



Universidad Complutense de Madrid
Facultad de Odontología

Master Oficial en Ciencias Odontológicas
Trabajo de Investigación

**Estudio comparativo radiográfico
del tratamiento de pulpotomía
realizado con formocresol y con sulfato férrico
en molares temporales.**

Directora:
Profa. Dra. M^a Rosa Mourelle Martínez.

Cristina González Aranda
Madrid 2012

Siempre creíste en mí,
me he prometido que
no te defraudaré.
A ti, papá.

Agradecimientos:

En unas breves líneas expresar mi gratitud hacia todos los que, en mayor o menor medida, han hecho posible la realización del presente trabajo, y en especial:

En primer lugar, a la Dra. M^a Rosa Mourelle Martínez, por su infatigable labor docente, apoyo e interés en este proyecto desde sus comienzos. Su capacidad de motivación me ha permitido continuar con mi formación investigadora, especialmente durante este último año tan complicado en lo personal. Gracias por compartir sus conocimientos y, en definitiva, su dedicación.

A la Dra. Elena Barbería Leache, por facilitar los medios necesarios para la realización de esta investigación y su atención en la evolución de la misma.

A D. Santiago Cano Alsúa, por su colaboración en el análisis estadístico.

A mis los compañeros del Departamento de Estomatología IV, especialmente a todos los Odontopediatras y las alumnas del Magíster.

Gracias a todos.

ÍNDICE

INDICE

1. Introducción.....	pág. 7
2. Antecedentes.....	pág. 10
2.1. Morfología e histología pulpar.....	pág. 11
2.2. Proceso inflamatorio pulpar.....	pág. 14
2.3. Tratamiento de molares temporales con caries extensas.....	pág. 16
2.4. Pulpotomía en dentición temporal.....	pág. 23
• Indicaciones y contraindicaciones.....	pág. 24
• Procedimiento clínico de la pulpotomía.....	pág. 26
• Criterios de éxito o fracaso del tratamiento.....	pág. 28
• Evolución histórica de los fármacos empleados.....	pág. 29
❖ Formocresol.....	pág. 30
❖ Sulfato férrico.....	pág. 42
❖ Otros materiales y técnicas.....	pág. 45
▪ Agregado trióxido mineral.....	pág. 45
▪ Glutaraldehído.....	pág. 48
▪ Hidróxido de calcio.....	pág. 50
▪ Óxido de zinc-eugenol.....	pág. 51
▪ Electrocoagulación.....	pág. 52
▪ Hipoclorito de sodio.....	pág. 53
▪ Láser.....	pág. 54
▪ Materiales biológicos y osteoinductores.....	pág. 54
❖ Recomendaciones actuales.....	pág. 56
2.5. Hallazgos clínicos y radiográficos en molares pulpotomizados.....	pág. 57
• Exfoliación temprana.....	pág. 60

3. Hipótesis y justificación.....	pág. 61
4. Objetivos.....	pág. 63
5. Material y método.....	pág. 65
5.1. Universo del estudio	pág. 66
5.2. Muestra.....	pág. 66
• Criterios de inclusión	pág. 67
• Criterios de exclusión.....	pág. 68
5.3. Material.....	pág. 68
5.4. Método.....	pág. 69
5.5. Análisis estadístico	pág. 71
6. Resultados.....	pág. 72
6.1. Reabsorción radicular interna.....	pág. 76
6.2. Reabsorción radicular externa.....	pág. 78
6.3. Lesión radiolúcida de la furca radicular y/o ensanchamiento patológico del ligamento periodontal.....	pág. 80
6.4. Puente dentinario.....	pág. 82
6.5. Hallazgos radiográficos en cada molar según la técnica	pág. 84
7. Discusión.....	pág. 107
8. Conclusiones.....	pág. 113
9. Bibliografía.....	pág. 115
10. Anexo.....	pág. 124

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN.

La caries dental sigue siendo a día de hoy muy frecuente, a pesar de que se ha mejorado la atención odontológica en todo el mundo, y son muchos los dientes temporales que se pierden por esta patología. Uno de los principales objetivos de la Odontopediatría es preservar intacta la dentición temporal hasta su reemplazo por los dientes permanentes, pues esta pérdida prematura trae consigo problemas de maloclusión, estéticos, fonéticos y funcionales (1-3).

Cuando los dientes temporales presentan caries u otras patologías, como los traumatismos, que implican cierto grado de compromiso pulpar, lo indicado es mantener la vitalidad de la pulpa siempre que sea posible. Sin embargo, si dicha afectación es tal que impide su conservación, existe la opción terapéutica de eliminar total o parcialmente el tejido pulpar enfermo. Así se mantiene la funcionalidad del diente en la arcada al evitar su extracción prematura (1).

El diagnóstico del estado pulpar indica cuál es el tratamiento que requiere el diente afectado. Para que éste sea correcto, es necesario realizar una cuidadosa historia clínica, una correcta exploración y estudio radiográfico, así como las pruebas complementarias precisas (1).

Debido a las diferencias morfológicas, anatómicas e histológicas entre los dientes temporales y permanentes, se realizan distintas técnicas de tratamiento pulpar para cada dentición. En los dientes temporales se pueden clasificar estos tratamientos de acuerdo a las siguientes categorías (1,3):

- Tratamiento conservador:
 - Recubrimiento pulpar indirecto.
 - Recubrimiento pulpar directo.
 - Pulpotomía.
- Tratamiento radical:
 - Pulpectomía o tratamiento del conducto radicular.

INTRODUCCIÓN

La pulpotomía es un tratamiento pulpar que se utiliza muy frecuentemente en molares temporales con caries extensas, con pulpa sana o con afectación reversible, y que ofrece un resultado prometedor cuando se realiza correctamente. Durante las últimas décadas la pulpotomía al formocresol ha sido la técnica más extendida entre los profesionales de la Odontología Infantil. Sin embargo, las dudas sobre la seguridad en el empleo de este medicamento en las pulpotomías, ha promovido la investigación de otras técnicas y/o fármacos que, igualando la eficacia del formocresol, no presenten los efectos negativos de éste (4).

El sulfato férrico se utiliza en Odontología como agente hemostático. Su aplicación en el tratamiento pulpar de dientes temporales vitales ha sido ampliamente investigada. Es un buen candidato para reemplazar al formocresol en el tratamiento de pulpotomía de dientes temporales por no presentar ningún efecto tóxico sistémico conocido y poseer una acción hemostática sobre el tejido pulpar, así como propiedades bacteriostáticas. Sin embargo, en la bibliografía se registran unos índices de éxito diversos en pulpotomías al sulfato férrico.

A día de hoy se realiza una clara diferenciación en cuanto a los tratamientos pulpares en la dentición temporal y permanente joven; sin embargo, la aparición de materiales biocompatibles y los avances en biología celular sugieren que con el tiempo existirá una uniformidad de tratamientos pulpares para ambas denticiones (1,5).

ANTECEDENTES

2. ANTECEDENTES.

2.1. Morfología e histología pulpar.

Los principios generales de la terapéutica pulpar en dientes permanentes no se aplican por igual en los dientes temporales. Esto se debe a las diferencias en la anatomía pulpar y los cambios fisiológicos que suceden durante la rizolisis del diente temporal. Por esto, resulta indispensable conocer la morfología de la pulpa, y entender su reacción frente a los distintos agentes irritantes (1).

Al comparar la anatomía de ambas denticiones (1,6) observamos que los dientes temporales (Anexo 1):

- Son más pequeños en todas sus dimensiones.
- Presentan menor grosor de esmalte y dentina.
- Sus cámaras pulpares son amplias y próximas a la superficie, con cuernos pulpares pronunciados, siendo el mesial el más marcado.
- Sus raíces son largas, delgadas y curvadas y los conductos son más acintados, con ramificaciones apicales.
- El suelo de la cámara pulpar es fino y cribado, con presencia de conductos accesorios que favorecen la afectación de la zona interradicular en el caso de pulpas infectadas.

La pulpa de los dientes temporales es histológicamente similar a la de los permanentes. Se trata de un tejido conjuntivo de tipo conectivo laxo. Durante la formación del diente, un agregado de células de la cresta neural forma la papila dental, de la cual se origina la pulpa a medida que las células ectomesenquimáticas proliferan y se condensan en vecindad de la lámina dental. En la pulpa se distinguen cuatro zonas bien diferenciadas (1):

- Zona o capa odontoblástica: es el estrato más exterior de células de la pulpa sana y se localiza inmediatamente por debajo de la predentina. Está

compuesta por los cuerpos o somas celulares de los odontoblastos, cuyas proyecciones se ubican en el interior de los túbulos dentinarios. Su función es la producción de dentina primaria (dentinogénesis fisiológica) y dentina secundaria.

- Zona de Weil: se localiza inmediatamente por debajo de la capa odontoblástica. Es una zona de escaso contenido celular, atravesada por los capilares sanguíneos, fibras nerviosas amielínicas y los delgados procesos citoplasmáticos de los fibroblastos.
- Zona celular: se caracteriza por su riqueza celular, puesto que además de los fibroblastos, puede incluir una cantidad variable de macrófagos, células mesenquimáticas indiferenciadas y linfocitos. Los fibroblastos parecen permanecer en un estado de indiferenciación relativa cuando se les compara con los fibroblastos de la mayor parte de otros tejidos conectivos, y se piensa que pueden tener el potencial de originar nuevos odontoblastos en la periferia de la pulpa.
- Zona central: es la masa central de la pulpa y contiene vasos sanguíneos y fibras nerviosas de mayor diámetro. La mayoría de las células del tejido conectivo de esta zona son fibroblastos que se encuentran embebidos en la sustancia fundamental del tejido conectivo junto a una red de fibras de colágenas.

Al comparar los dientes temporales con los permanentes, se encuentran diferencias en la distribución de las fibras nerviosas pulpares; en los permanentes las fibras nerviosas terminan entre los odontoblastos e incluso en la predentina, mientras que en los temporales no llegan a éstos. Además, a medida que se inicia el proceso de reabsorción, ocurre la degeneración de los elementos nerviosos. Ello puede explicar que los dientes temporales sean menos sensibles que los dientes permanentes (1).

Por otra parte, la pulpa tiene un potencial reparativo inherente. Así, además de la dentinogénesis fisiológica, se produce una no fisiológica como respuesta a un daño pulpar. Así, ante una lesión leve se origina una dentina tubular reactiva o dentina terciaria, formada por los odontoblastos primarios. Sin embargo, ante una lesión severa,

los odontoblastos originales mueren y, en las condiciones adecuadas, las células mesenquimales se diferencian y forman una dentina reparativa atubular (1).

En el diente temporal, se evidencian tres etapas con características dentinopulpaes diferentes, que condicionan un tipo de respuesta reparativa (1):

- Desde la erupción a la formación de la raíz existe mayor vascularización e importancia de la actividad celular formadora de dentina.
- Desde que la raíz está completa hasta el comienzo de la rizolisis las características pulpaes son similares a las del diente permanente, con una buena capacidad de reparación.
- Desde el comienzo de la rizolisis se inicia una etapa de envejecimiento y regresión con muy poca capacidad de reparación.

Los dientes temporales tienen un ciclo vital más corto que los permanentes. Considerando la variabilidad individual en la erupción dentaria, que es mayor en la segunda dentición que en la primera (7), se encuentra que entre los veinticuatro y los treinta y seis meses se ha producido la erupción de la primera dentición, necesitando entre uno y dos años desde este momento para que la raíz finalice su desarrollo.

La raíz de un diente temporal completa su formación al año de hacer su erupción, por tanto, a los tres o cuatro años la estructura radicular de los dientes temporales está generalmente completa. Posteriormente, se inicia el proceso de reabsorción radicular fisiológica. Es un proceso intermitente en el que se alternan períodos de reabsorción activa con otros más prolongados de reposo, durante los cuales se ponen en marcha mecanismos de reparación que restablecen la inserción periodontal de la zona reabsorbida. Si los mecanismos reparativos superan por algún motivo a los de reabsorción, puede producirse la anquilosis del diente temporal. Dicha reabsorción de la dentina radicular es realizada por los odontoclastos, células multinucleadas que aparecen únicamente sobre la superficie radicular donde se va a producir la reabsorción que conduce a la exfoliación (1). Este proceso culmina con la exfoliación del diente temporal.

2.2. Proceso inflamatorio pulpar.

La inflamación es una reacción local del organismo a la acción de un agente agresor. El proceso inflamatorio de la pulpa es similar al de otros tejidos, sin embargo, se encuentra rodeada por los tejidos duros del diente, limitada en un espacio cerrado e inextensible. Además la vascularización pulpar es terminal y por otra parte la pulpa presenta la capacidad de formar dentina reparativa. La reacción de la pulpa frente a una lesión severa, caries, trauma o lesión iatrogénica, se inicia con la formación de dentina reparativa secretada por células mesenquimales diferenciadas en nuevos odontoblastos; la calidad y grosor de esta dentina depende de la rapidez en la progresión de la caries. Cuanto más rápida, más irregular y escasa es esta dentina, por el contrario más intensos son los agentes irritantes. A continuación se origina una dilatación vascular y se observa la presencia de células inflamatorias que originan una pulpitis crónica parcial. Si el estímulo continua, ésta se agudiza y progresa apicalmente hacia una pulpitis crónica total con posibilidad de necrosis (1).

De esta manera, los diferentes cuadros patológicos pulpares se clasifican en (8):

Pulpitis reversible: es el cuadro de afectación pulpar que aparece ante una agresión leve (caries incipiente, procedimientos operatorios, trauma oclusal,...). La anatomía patológica muestra una pulpitis aguda en sus fases iniciales. Se produce la retracción de la prolongación citoplasmática de los odontoblastos y la migración de sus núcleos hacia los túbulos dentinarios. Si el agente etiológico persiste, se origina la muerte celular de dichos odontoblastos. Cuando el proceso avanza, los productos de la degradación celular agravan el cuadro y originan una vasodilatación capilar, que conduce a un aumento de la presión tisular. A la vez ocurre una salida del líquido plasmático (edema), de leucocitos e infiltrado inflamatorio que aumenta la presión sobre las terminaciones nerviosas. En este momento es cuando se origina clínicamente el dolor, generalmente como una hipersensibilidad frente a estímulos externos (frío, calor, aire, dulce). El tratamiento consiste en eliminar el agente etiológico.

Pulpitis irreversible: es el cuadro en el que la inflamación persiste por la acción de las bacterias o de los productos tóxicos de degradación. Predominan las células plasmáticas y los linfocitos, formando un tejido de granulación que intenta delimitar y reparar el tejido dañado. Se trata de una fase más avanzada de la inflamación aguda y pulpitis crónica. Histológicamente las pulpitis irreversibles se clasifican en agudas y crónicas. En la pulpitis aguda hay una respuesta inflamatoria exudativa intensa (vasodilatación, edema, infiltrado e incluso absceso pulpar). Todo esto aumenta la presión tisular por encima de los límites del umbral de los receptores dolorosos, por lo que el dolor aparece de forma espontánea. A medida que avanza el proceso, se enlentece el flujo sanguíneo produciendo congestión y estasis vascular que conduce a pequeñas áreas de necrosis. La pulpitis crónica se desarrolla cuando la inflamación permanece mucho tiempo predominando entonces la celularidad típica de ésta (linfocitos y células plasmáticas) y tejido de granulación en las zonas periféricas de la exudación. En estos momentos, la presión intrapulpar es mínima ya que los productos de la exudación han encontrado una vía de drenaje (lesión cariosa, tejido periodontal, vía circulatoria o combinación de éstas), lo que disminuye bruscamente la presión. Los receptores periféricos disminuyen por debajo del umbral y no existe dolor. Tras el diagnóstico de pulpitis irreversible, el tratamiento es la pulpectomía total.

Necrosis: es la consecuencia final de una inflamación aguda y crónica. Comienza a producirse por la zona coronal del tejido pulpar y se extiende a la pulpa radicular en sentido apical. Puede ser una necrosis total o parcial según la cantidad del tejido afectado. Histológicamente se diferencian la necrosis aséptica o por coagulación y la séptica. La necrosis aséptica aparece por isquemia pulpar y generalmente cursa sin dolor, y si existe es por afectación de los tejidos periapicales. La necrosis séptica sobreviene por una invasión bacteriana y suelen cursar con dolor intenso, brusco y agudo, generalmente causado por las fibras nerviosas del periodonto.

Procesos degenerativos: son entidades patológicas no infecciosas que aparecen como resultado de una irritación pulpar permanente. Se caracterizan por ser irreversibles, progresivas y asintomáticas. Generalmente son una manifestación del envejecimiento normal: la atrofia pulpar, la calcificación pulpar y la reabsorción

dentinaria interna. Sin embargo, dos causas frecuentes de ésta última son la pulpotomía y la pulpectomía.

Para obtener un correcto diagnóstico del estado pulpar del diente temporal es necesario realizar un examen preoperatorio que incluya la historia médica y dental, la exploración clínica y radiológica, con las pruebas complementarias precisas (1).

Sin embargo, los problemas en el diagnóstico de la patología pulpar en dentición temporal se ponen de manifiesto al comparar las observaciones clínicas e histológicas. Así, los molares temporales que clínicamente parecen libres de pulpitis pueden tener alteraciones pulpares profundas sin que se haya detectado ningún síntoma (7).

Parece que los avances acaecidos en la investigación biomédica van a permitir la regeneración del complejo dentino pulpar. Los nuevos enfoques se basan en la mejor comprensión de los procesos moleculares y celulares reparativos que ocurren en el tejido dentario (3).

2.3. Tratamiento de molares temporales con caries extensas.

La primera decisión a la que el profesional se enfrenta durante la elaboración del plan de tratamiento, cuando el paciente infantil presenta caries extensas en molares temporales, es si se deben conservar o extraer. Cualquier plan de tratamiento debe basarse en una historia clínica y examen clínico completos. También se ha de tener en cuenta el estado social, médico y dental del paciente (9).

Es importante realizar una primera aproximación diagnóstica del estado pulpar del molar enfermo. Al evaluar los signos y síntomas clínicos, observamos que los siguientes se asocian a un estado severo de inflamación y patología pulpar (9):

- Historia de dolor agudo y espontáneo, especialmente dolor nocturno.
- Dolor al morder.

- Ingesta de analgésicos.
- Caries clínicamente extensas, con fractura del reborde marginal.
- Presencia de inflamación intraoral.
- Historia de inflamación extraoral.

Las pruebas complementarias aportarán información importante para la elaboración del plan de tratamiento indicado en cada caso. La presión digital permite determinar si el diente presenta movilidad o si es sensible a la palpación o percusión. Sin embargo, los test de sensibilidad pulpar no son muy indicados para los molares temporales (9).

Las radiografías aportan información fundamental sobre la extensión de la caries, la proximidad de restauraciones a los cuernos pulpares, la presencia de cualquier tipo de patología perirradicular, el grado de reabsorción fisiológica o patológica y la presencia o ausencia del diente sucesor (9).

El estado médico del paciente es otro factor a evaluar. Según la *UK National Clinical Guidelines in Paediatric Dentistry* (9) es preferible mantener el diente temporal en pacientes con riesgo elevado de sangrado (trastornos de la coagulación, angioedema hereditario,...), así como en pacientes en los que se necesita anestesia general para la exodoncia (patologías cardíacas, fibrosis quística, distrofia muscular,...), sin embargo es preferible su extracción si existe riesgo de infección (pacientes inmunocomprometidos, con riesgo de endocarditis bacteriana,...).

Estos autores (9) también consideran que si el número de molares temporales afectados de caries extensas es igual o menor de tres, si hay hipodoncia en la dentición permanente o si se debe prevenir la migración mesial del primer molar permanente, sería preferible su conservación. Sin embargo consideran preferible la exodoncia si:

- El diente no es restaurable.
- Presenta reabsorción radicular interna extensa.

- Hay más de tres molares afectados de caries profundas con afectación pulpar.
- El diente está próximo a su exfoliación (más de 2/3 de reabsorción radicular).
- En caso de primer molar temporal, si el molar contralateral ya se ha exfoliado, y por indicación ortodóncica.
- En patologías extensas o infección aguda, con necesidad de tratamiento urgente.

Entre los factores sociales, estos autores diferencian entre los pacientes que acuden a revisiones regularmente, en los que estaría indicado mantener los molares, de aquellos que no acuden o cuyos padres muestran una actitud negativa al tratamiento odontológico (9).

- Técnicas de tratamiento pulpar en dientes temporales.

La pulpa dentaria posee la capacidad de formar dentina terciaria como una respuesta reparativa del complejo dentino pulpar. Por este motivo, es posible tratar con éxito aquellas lesiones pulpares reversibles cuando la dentina y la pulpa han sido afectadas por caries, restauraciones o traumatismos (3).

En caso de lesiones leves, como caries de esmalte no cavitadas, o de dentina de evolución lenta, los odontoblastos pueden sobrevivir, y la capa odontoblástica comienza a depositar dentina terciaria bajo el área lesionada. Ésta es muy similar a la dentina primaria y secundaria, y protege eficazmente a la pulpa de estímulos externos nocivos (3).

Si las lesiones dentinarias son severas, pero no existe exposición pulpar, como en las caries de avance rápido o en preparaciones cavitarias extensas, los odontoblastos subyacentes a la lesión se destruyen. En un estado metabólico apropiado del complejo dentino pulpar, una nueva generación de células mesenquimales se diferencian a odontoblastos y forman dentina terciaria atubular (3).

En el caso de una exposición, la pulpa amputada puede repararse por sí misma o mediante la aplicación de un material de recubrimiento. Sin embargo, la exposición pulpar causada por caries muestra poco potencial de recuperación por la inherente infección bacteriana.

Los diferentes métodos de tratamiento pulpar se van a clasificar en dos grupos principales: el conservador y el radical. El tratamiento pulpar conservador o terapia pulpar vital tiene como objetivo conservar la vitalidad del diente. En este grupo encontramos los procedimientos de recubrimiento indirecto, directo y pulpotomía. El tratamiento radical o tratamiento pulpar no vital consiste en la extirpación de la pulpa y la obturación de los conductos radiculares (4).

Una vez se ha diagnosticado el estado pulpar, se pueden llevar a cabo las siguientes **técnicas de tratamiento (3):**

a) Recubrimientos pulpares indirecto y directo.

En cualquier lesión que afecta a la dentina existe una comunicación pulpodentinaria a través de los túbulos dentinarios. La permeabilidad de la dentina del diente temporal es superior a la del diente permanente, por lo que los procesos inflamatorios se extienden con mayor rapidez al tejido pulpar (3,4).

El **recubrimiento pulpar indirecto** está indicado en los casos de dientes con caries profundas próximas a la pulpa pero sin signos ni síntomas de afectación pulpar. Este procedimiento consiste en la eliminación de la dentina infectada y la colocación de un material biocompatible sobre la capa de dentina aún desmineralizada pero no infectada. Su finalidad es evitar la exposición pulpar y remineralizar la lesión mediante la formación de dentina reparativa, así como bloquear el paso de bacterias e inactivar las pocas que puedan quedar (1,3,9).

En investigaciones recientes, **Ricketts y cols.** (3,10) concluyen que “en lesiones profundas, la remoción parcial de la caries es preferible a la eliminación completa para reducir el riesgo de exposición pulpar”.

Contrariamente a lo que se pensaba, el recubrimiento pulpar indirecto es un procedimiento aceptable para los dientes temporales con inflamación pulpar reversible (3,11).

El **recubrimiento pulpar directo** sólo es aceptable cuando la cavidad pulpar se ha expuesto accidentalmente, como durante el tratamiento conservador, y en una dentina sana. El diente debe estar asintomático y la exposición debe ser de diámetro mínimo y estar libre de contaminación oral. El material de recubrimiento de elección es hidróxido de calcio, que se aplica directamente sobre la pulpa expuesta para estimular la formación de dentina, y así cicatrizar la lesión y mantener la vitalidad (3,4).

En otros casos, como la exposición pulpar en dentina con caries, el recubrimiento pulpar directo en dientes temporales está contraindicado, puesto que generalmente se va a producir fracaso del tratamiento por reabsorción interna o absceso dentoalveolar (3,4).

b) Pulpotomía o biopulpectomía parcial.

La **pulpotomía** sigue siendo a día de hoy el tratamiento de elección en pulpas expuestas de molares temporales asintomáticos, puesto que ofrece un resultado predecible cuando se indica correctamente (3,4).

c) Pulpectomía o tratamiento del conducto radicular.

Uno de los principales objetivos del tratamiento odontológico es mantener la vitalidad de los dientes. No obstante, un diente desvitalizado en el que se han indicado unas medidas endodónticas y éstas se han llevado a cabo correctamente, también puede cumplir con su función (4).

La **pulpectomía** se realiza en los dientes temporales que presentan inflamación crónica o necrosis de la pulpa radicular. Hablaremos de pulpectomía o biopulpectomía total cuando la pulpa radicular está afectada pero todavía vital y utilizaremos el término de tratamiento de conductos en el caso de una necrosis pulpar (1).

La pulpectomía estará contraindicada en dientes no susceptibles a la restauración, cuando presenten reabsorción interna de las raíces, perforación del suelo de la cavidad pulpar, cuando no haya soporte óseo ni radicular, y en presencia de quiste folicular. Además, la raíz debe mantener al menos dos tercios de la longitud total (1).

El objetivo del procedimiento de pulpectomía en dientes temporales es la reducción de la población bacteriana en la pulpa contaminada (limpiar el conducto), pero no su ensanchamiento y remodelado. Para ello resulta útil la irrigación con agua estéril, suero fisiológico o hipoclorito sódico al 2.5% o al 5% (1).

Desde los años 30 se han publicado estudios sobre la endodoncia en dentición primaria, pero aún a día de hoy existe controversia sobre la selección de los materiales a utilizar en la obturación de los conductos (4).

Los requisitos que debe cumplir un material de obturación endodóntico para la dentición temporal son (4):

- Fácil aplicación.
- Efecto desinfectante y bactericida.
- Toxicidad mínima o nula.
- Ausencia de efecto irritante sobre el periápice.
- Capacidad de adhesión a la pared del conducto.
- Solubilidad en agua.
- No debe producir coloraciones.
- Capacidad de ser reabsorbido.
- Radiopacidad.

Aunque aún no se ha descrito el material de obturación ideal en pulpectomías, la aplicación de diferentes sustancias ha ofrecido resultados satisfactorios (4).

La aplicación de **Hidróxido de calcio** como preparado único para la obturación de conductos en pulpectomía no siempre es una garantía de éxito. Sin embargo, en combinación con yodoformo (Vitapex-Neo ®) parece producir mejores resultados. Esta sustancia de fácil aplicación es reabsorbida con mayor rapidez que la raíz, es radiopaca y carece de efectos tóxicos sobre el diente permanente sucesor (4).

El **Óxido de zinc-eugenol** es el material de obturación de conductos más utilizado en dentición temporal puesto que produce resultados satisfactorios, a pesar de no tener efecto bactericida. Se recomienda no obturar por completo para no irritar el tejido periapical (4). **Casas y cols.** (12) mostraron que la pulpectomía con óxido de zinc-eugenol mostró mejor comportamiento clínico y radiográfico a los dos años que la pulpotomía al sulfato férrico cuando se realizó en incisivos temporales con exposición pulpar.

La **pasta yodofórmica** o **pasta Kri®**, introducida por Walkoff en 1928, es una mezcla de yodoformo reabsorbible. Satisface los requisitos que debe cumplir un material de obturación para conductos de dientes primarios: posee un efecto bactericida prolongado, el material sobreobturado es reabsorbido y el tejido conjuntivo que permanece es sano (4).

- Procedimiento de la pulpectomía (1,4).

Es preciso disponer de una radiografía de diagnóstico. Después de realizar la técnica anestésica se aísla con dique de goma, con el fin de crear una zona de trabajo libre de gérmenes, asegurar los instrumentos endodónticos y proteger al paciente de una absorción involuntaria de soluciones de enjuague y de otras sustancias a través de la mucosa.

Seguidamente, si se trata de un molar que va a recibir una corona preformada, se realiza el tallado y adaptación de la misma. Una vez eliminada la caries, se realiza la apertura de la cámara y la extirpación de la pulpa cameral. Para limpiar los conductos radiculares se utilizan limas, que deben quedar a 2 milímetros del ápice radiológico. No se deben instrumentar las paredes laterales del conducto pues, al tener la raíz menor grosor, existe riesgo de perforación lateral. Los conductos deben irrigarse abundantemente durante la instrumentación para favorecer la salida del material orgánico.

Una vez limpios, se secan los conductos con puntas de papel. A continuación se introduce la pasta de obturación con la ayuda de limas, condensadores o jeringas a presión. Tras rellenar el conducto con el material de obturación, éste se condensa con una bolita de algodón, con la precaución de no sobreobturarlo para no dañar el diente permanente. La cámara pulpar se reconstruye con óxido de zinc-eugenol y el molar se restaura, preferiblemente, con una corona preformada.

2.4. Pulpotomía en dentición temporal.

A pesar de los avances en la prevención de la caries, es aún frecuente la pérdida prematura de dientes temporales, hecho que puede tener un efecto perjudicial en el posterior desarrollo de la dentición definitiva y en el conjunto del aparato estomatognático (13).

Cuando la extensión de la caries compromete la pulpa del diente temporal, produciendo sintomatología o no, éste requiere tratamiento pulpar. Así, en los molares deciduos, la pulpotomía permite conservar la integridad de las arcadas dentarias manteniendo en boca aquellos dientes que, de otra manera, deberían ser extraídos (2,13-15).

Por tanto, en ocasiones es preciso llevar a cabo técnicas de tratamiento pulpar en dientes temporales cuando se produce su exposición, ya sea por caries o traumatismo.

Este tratamiento se basa en que clínicamente se diagnostique una pulpa radicular sana o con una inflamación pulpar reversible (2,13).

Esta técnica implica cierto grado de limpieza mecánica de la cámara pulpar del diente, realizando la amputación de la pulpa cameral afectada o infectada y aplicando un fármaco sobre el tejido pulpar radicular vital remanente (2).

Para considerar si en un diente deciduo está indicado el tratamiento de pulpotomía se ha de evaluar:

- Estado pulpar.
- Restaurabilidad.
- Tiempo remanente hasta su exfoliación.

La finalidad de este procedimiento es preservar la vitalidad y la función de la pulpa radicular remanente, evitando el dolor y la inflamación, hasta la exfoliación fisiológica del diente temporal (2,13).

- **Pulpotomía en dentición temporal: indicaciones y contraindicaciones.**

Para considerar la opción terapéutica de pulpotomía en un diente temporal se evalúan, previamente a su realización, una serie de aspectos clínicos y radiográficos (13,16,17).

Afectación pulpar: La pulpotomía está indicada cuando la inflamación o la infección de la pulpa del diente temporal se limita a la pulpa coronal. Si la inflamación afecta a la pulpa radicular, debe considerarse otro tipo de tratamiento; puesto que la pulpotomía se basa en que el tejido pulpar radicular está sano y es capaz de curarse después de la amputación quirúrgica de la pulpa coronal (16,17).

La pulpotomía se lleva a cabo en los casos de pulpitis reversible, en los que la pulpa coronaria está inflamada o infectada, pero conserva la vitalidad, y la pulpa

radicular está sana. Clínicamente, el paciente referirá dolor agudo de corta duración que desaparece al eliminar el estímulo que lo provoca. Por otro lado, durante la pulpotomía, el sangrado debe cesar tras cinco minutos de hemostasia, al mismo tiempo que el color de la pulpa radicular debe ser rojo claro y brillante. Por el contrario, está contraindicada en los casos de pulpitis irreversible o necrosis pulpar (17,18).

En una pulpitis irreversible, la pulpa tiene un grado de inflamación intensa generando un dolor punzante, persistente e incluso espontáneo, que únicamente se calmará con la medicación habitual. En este tipo de afectación pulpar, tras aplicar cinco minutos de presión con un algodón sobre la entrada de los conductos para intentar realizar la hemostasia, la hemorragia será excesiva y de color oscuro (17).

La necrosis se debe a una evolución de una pulpitis irreversible no tratada, que conduce a la degeneración y por lo tanto, a la ausencia de dolor. Durante el procedimiento de una pulpotomía, observaremos ausencia de sangrado pulpar (17).

Generalmente, en los casos de afectación irreversible de la pulpa radicular la exploración clínica revela la presencia de absceso, fístula y movilidad patológica. Radiográficamente se puede observar radiolucidez perirradicular, interradicular y/o en la furca, reabsorciones radiculares internas y/o externas, calcificaciones pulpaes e incluso, afectación del germen permanente. La presencia de cualquier signo o síntoma de afectación pulpar extendida a nivel radicular contraindica la pulpotomía (16,17).

Restaurabilidad del diente. Si el grado de destrucción del diente temporal es tal, que impide su adecuada reconstrucción, el tratamiento de pulpotomía está contraindicado (9,17).

Tiempo de exfoliación. Es preciso evaluar siempre mediante una radiografía de aleta de mordida o periapical, el tiempo hasta la exfoliación del diente temporal a tratar, previamente a la realización de la pulpotomía. Se podrá observar el grado de formación del diente permanente, la cantidad de hueso entre la furca del diente temporal y la

corona del diente definitivo a erupcionar y el grado de reabsorción de las raíces del diente temporal (9,17).

En resumen, la técnica de pulpotomía en dientes temporales está contraindicada en las siguientes circunstancias (9,16):

- Presencia de inflamación de los tejidos blandos adyacentes (de origen pulpar).
- Existencia de fístula.
- Movilidad patológica.
- Reabsorción externa y/o interna radicular.
- Lesiones radiográficas periapicales o interradiculares (enfermedad periapical o de la furca radicular).
- Calcificaciones pulpares o ausencia de sangrado de la pulpa o excesivo sangrado tras la amputación pulpar, sin posibilidad de que la hemorragia sea controlada mediante presión.
- Pulpa con drenaje seroso purulento.
- Historia de dolor espontáneo o nocturno.
- Sensibilidad a la percusión o palpación.
- Diente no restaurable.
- Diente próximo a ser exfoliado sin hueso alrededor de la corona del diente permanente subyacente.

- **Procedimiento clínico de la pulpotomía.**

La técnica consiste en la extirpación de la pulpa coronal y la colocación en la entrada de los conductos radiculares de diferentes materiales que dan el nombre al tipo de pulpotomía (pulpotomía al formocresol, pulpotomía al glutaraldehído, pulpotomía al hidróxido de calcio...) (16).

Los pasos a realizar (4,6,19,20) son los siguientes (Anexo 2):

1. Preparación del material necesario.
2. Administración de anestesia local y aislamiento completo con dique de goma.
3. En el caso de que haya que tratar los molares con coronas, se efectuará en este momento el tallado y su adaptación. El tallado de la corona precede a la apertura de la cámara pulpar, evitando la contaminación de ésta con residuos.
4. Apertura de la cavidad mediante instrumento rotatorio de alta velocidad y eliminación total de la caries mediante instrumento rotatorio a baja velocidad. Este paso precede a la eliminación de la dentina del techo de la cámara y su apertura para evitar la contaminación de ésta, ya que el pronóstico del tratamiento puede verse comprometido si penetra en la cámara pulpar dentina cariada.
5. Eliminación de la caries del techo de la cámara mediante fresa redonda grande a baja velocidad.
6. Eliminación completa del techo cameral con instrumento rotatorio a alta velocidad (destechamiento), eliminándolo de forma completa desde un cuerno pulpar a otro. La apertura debe ser suficientemente amplia como para visualizar toda la cámara pero sin debilitar en exceso las paredes cavitarias. Para la correcta realización de esta fase se tendrá en cuenta la anatomía de cada molar y las características propias del diente tratado.
7. Amputación de la pulpa cameral mediante instrumento rotatorio de baja velocidad con fresa redonda grande, de forma que quede una sección nítida y sin desgarros de los muñones pulpares en el inicio de la pulpa radicular. No se debe ejercer presión con el instrumento rotatorio con el fin de no dañar el suelo cameral y la aplicación de la fresa debe ser suave y siempre desde dentro de la cámara hacia fuera. No se recomienda el uso de cucharillas o excavadores ya que producen desgarros nocivos del tejido.
8. Lavado de la cámara con agua y secado con bolita de algodón. Debe comprobarse que no quedan restos pulpares en la cámara, principalmente los correspondientes a los cuernos que pueden permanecer en el área superior de la cámara. Si quedan restos, puede provocar el fracaso del tratamiento.
9. Compresión de los muñones pulpares mediante bolita de algodón para conseguir hemostasia. Se debe ejercer una presión suave.

10. Comprobación visual de la hemostasia de los muñones pulpares y de la integridad del suelo cameral. Si no se produce hemostasia en un intervalo de dos a cinco minutos, significa que la pulpa radicular presenta ya un daño irreversible, por lo que el tratamiento está contraindicado y se deberá realizar la pulpectomía o la exodoncia del diente temporal.

11. Aplicación sobre los muñones pulpares de un algodón humedecido en el medicamento (generalmente formocresol o sulfato férrico), dejándolo en la cámara pulpar durante un tiempo de tres a cinco minutos. La cantidad de medicamento empleada deber ser pequeña.

12. Eliminación del algodón y limpieza de todos los restos existentes en la cámara mediante lavado suave con agua y una bolita de algodón, evitando provocar nuevamente sangrado.

13. Colocación de una mezcla de óxido de zinc-eugenol reforzado con polímero (polimetilmetacrilato) en la cámara pulpar (IRM ®).

14. Retirada del sistema de aislamiento completo.

15. Adaptación y cementado de la corona metálica preformada, previamente adaptada, con cemento de vidrio ionómero autopolimerizable (Ketac-cem ®). Es necesario un buen sellado coronal para obtener éxito con el tratamiento.

16. Limpieza de los restos de cemento una vez fraguado. Se debe eliminar todo el cemento sobrante alrededor de la corona mediante cucharilla, seda interproximal y cepillo de profilaxis. Este paso es muy importante ya que la presencia de restos de cemento en el surco gingival puede llevar al fracaso por inflamación de los tejidos periodontales. Se recomienda la eliminación del número indicador de corona por cuestiones estéticas.

17. Comprobación de la oclusión.

- **Criterios de éxito o fracaso del tratamiento.**

Se considera éxito del tratamiento de pulpotomía (16,17):

- Si existe:

- Vitalidad en la mayor parte de la pulpa radicular, a largo plazo.

- Ausencia de síntomas o signos clínicos patológicos como dolor, tumefacción o sensibilidad.
- Si no existe:
 - Signos radiológicos de reabsorción patológica interna y/o externa.
 - Patología en los tejidos perirradiculares.
 - Lesiones en los dientes permanentes de reemplazo.

Si en la fase de revisión y seguimiento del tratamiento, se observa alguno de los signos o síntomas mencionados estaremos ante el fracaso del tratamiento. La mayoría de éstos se detectan en las radiografías posteriores de control. Con frecuencia la reabsorción radicular interna es el primer signo, generalmente en la zona donde se aplicó el fármaco (16,17).

En ocasiones existe también una reabsorción externa, y en los molares temporales aparece una radiotransparencia en la zona de bifurcación o trifurcación, mientras que en los dientes anteriores esta radiotransparencia se puede presentar en los ápices o bien al lado de las raíces. A mayor destrucción, mayor movilidad del diente; así mismo suele aparecer una fístula (16).

Es raro que el fracaso de una pulpotomía en dientes temporales cause dolor, por lo que es preciso realizar un adecuado seguimiento clínico y radiográfico para su correcto control (16,17).

- **Evolución histórica de los fármacos empleados.**

Se han utilizado numerosos agentes fármaco-terapéuticos en la pulpa radicular remanente de molares temporales. Buckley en 1904 introduce el medicamento más utilizado hasta la actualidad, el formocresol, aún a día de hoy considerado como la “regla de oro” en las pulpotomías de dientes primarios (13,14,21-23).

Sin embargo, se le han atribuido efectos adversos por lo que se han desarrollado numerosos estudios para buscar una alternativa (24). Las múltiples técnicas y medicamentos que se recogen en la literatura científica fueron clasificadas por Ranly en 1994 de acuerdo con los objetivos del tratamiento (13,25):

- *Desvitalización*: formocresol, glutaraldehído y electrocoagulación/electrocirugía.
- *Preservación*: sulfato férrico, hidróxido de calcio, agregado trióxido mineral y láser.
- *Remineralización*: recubrimiento pulpar indirecto, proteína ósea morfogénica y colágeno.

Más recientemente, se han publicado investigaciones sobre la aplicación del hipoclorito de sodio en pulpotomías (26). A pesar de todo, no existe evidencia científica suficiente que determine cuál es la técnica más apropiada (13,21,22).

Los diferentes tratamientos pulpares en dentición temporal constituyen una de las áreas más controvertidas en Odontopediatría. Particularmente la pulpotomía, ya que no se ha encontrado un agente que cumpla los requisitos ideales, tales como: no ser nocivo para los tejidos que estén en contacto o circundantes (biocompatibilidad), ser bactericida, fomentar la cicatrización de la pulpa radicular (bioinductivo), no ser una interferencia con los procesos fisiológicos de reabsorción radicular y mantener la pulpa radicular vital y sana (13).

- **Formocresol.**

El **formocresol** se emplea como procedimiento químico de desvitalización pulpar y ha sido el medicamento de elección en pulpotomías de dientes temporales desde hace décadas. En 1904, Buckley introdujo tricresol-formalina para tratar pulpas en dentición permanente en estado de putrefacción. No es hasta 1930 cuando Sweet utilizó formocresol por primera vez en dentición temporal, con un porcentaje de éxito del 97% (13-15,21,22,27).

En la actualidad, la pulpotomía al formocresol que se realiza es una modificación de la técnica que publicó **Sweet** (16,28). Ésta tenía como objetivo fijar completamente la pulpa radicular que, según este autor, quedaba esterilizada y desvitalizada, evitando la infección y la reabsorción interna. Para llevar a cabo este procedimiento Sweet empleaba cuatro visitas, todas ellas bajo aislamiento relativo:

- ❖ Primera visita: eliminación de la caries, colocación de fenol al 95% sobre la zona expuesta y un material de sellado temporal durante 48 horas.
- ❖ Segunda visita: limpieza de la sustancia desvitalizadora con alcohol, aplicación de formocresol y sellado temporal durante 48 horas más.
- ❖ Tercera visita: retirada de la segunda sustancia de relleno mediante una fresa, dejando al descubierto la cámara pulpar. Extirpación de la pulpa con cucharilla o excavadores y colocación de formocresol durante 3 ó 4 días.
- ❖ Cuarta visita: eliminación de la sustancia de relleno y aplicación de una gota de peróxido de hidrógeno en la cámara, con el fin de eliminar cualquier opacidad existente. Secado con aire caliente y llenado de la cámara con una mezcla cremosa de óxido de zinc-eugenol, forzando con una bolita de algodón la entrada de la pasta en los orificios de los conductos radiculares y el suelo de la cámara pulpar. Finalmente, colocación de fosfato de zinc como restauración permanente.

A pesar de que el protocolo resultase eficaz, con los años Sweet redujo el número de visitas porque resultaba más económico y el manejo de la conducta de estos pacientes era más satisfactorio (13).

Posteriormente, en 1962 **Doyle y cols.** (13,29) efectúan un estudio en humanos realizando el tratamiento en tan sólo dos sesiones. Para el estudio se dividió la muestra en dos grupos. El A con treinta y tres dientes, en los que realizan el estudio histológico, y el B con veintiocho primeros molares, los cuales fueron observados clínicamente después de la técnica experimental:

- ❖ Primera visita: tras la aplicación del anestésico local y el aislamiento absoluto mediante dique de goma, se realiza la limpieza con alcohol etílico al 70% y la

eliminación de la caries. Cuando la pulpa cameral estaba próxima a la exposición, se realizaba una nueva limpieza del área. Se eliminaba toda la pulpa cameral con excavadores y se realizaba la hemostasia. Después, se humedecía un algodón con formocresol que se aplicaba directamente sobre la pulpa remanente. Éste, junto con una mezcla de óxido de zinc-eugenol, permanecía en la cámara pulpar durante cuatro a siete días.

- ❖ Segunda visita: se realizaba el mismo procedimiento aséptico y se retiraba el algodón. Se aplicaba sobre la pulpa radicular una mezcla de formocresol y eugenol en partes iguales y, seguidamente, se colocaba una pasta densa de cemento de fosfato de zinc, quedando de este modo el diente restaurado de forma permanente.

Los autores obtuvieron cambios histológicos en diecisiete dientes tratados (51,5% de la muestra total). En el área donde se había realizado la remoción de la pulpa cameral se había formado un coágulo sanguíneo con restos de dentina, una capa de tejido fibroso compacto de coloración oscura, y por debajo, células degenerativas. La pérdida celular se hizo presente en el tercio medio radicular. Por otro lado, tras realizar controles radiográficos durante dieciocho meses, obtuvieron una apariencia radiológica normal en veintiséis de los veintiocho dientes tratados, mientras que un diente temporal presentó pérdida ósea a nivel de la furca y otro, reabsorción interna.

A partir de 1965 diferentes autores reducen el procedimiento a una sola visita en dientes temporales vitales, aplicando formocresol durante cinco minutos. **Spedding y cols.** (13,30) lo emplearon en treinta y seis molares temporales de monos, **Berger y cols.** (13,31) en cincuenta y dos molares de cuarenta niños y por último, **Redig** en 1968, en cuarenta molares temporales de veinte pacientes infantiles (13,32).

En 1966, **Straffon y Han** (13,33) diluyeron el formocresol al 1:5 en pulpotomías en animales. Ambos autores evaluaron la síntesis de ácido ribonucleico (ARN) de las células del tejido conectivo, concluyendo que el formocresol diluido al 1:5 podía resultar igual de eficaz y menos perjudicial si se comparaba con la técnica tradicional.

En 1975, **Morawa y cols.** (13,34) emplearon esta dilución en cincuenta y nueve molares temporales de niños. Y posteriormente, en 1978, **García-Godoy y cols.** (13,35) utilizaron este mismo procedimiento clínico, sin la aplicación de óxido de zinc-eugenol como base cavitaria puesto que a este material se le atribuyen efectos adversos tales como: reabsorciones internas y patología periapical y perirradicular.

En 1997, **Primosch y cols.** (13,36) realizaron un cuestionario con el objetivo de determinar cuál era la terapia pulpar más enseñada en EEUU, concluyendo que la más utilizada era la pulpotomía al formocresol diluido al 1:5, aplicado durante cinco minutos en una sola visita.

Kurji y cols. (37) compararon clínica y radiológicamente molares temporales pulpotomizados mediante la técnica convencional de formocresol aplicado durante cinco minutos con la modificada de formocresol durante un minuto, encontrando que ésta última mostraba un éxito clínico del 99% y radiográfico del 90%.

En resumen, desde que se introdujo la pulpotomía se han empleado varias modificaciones de la técnica. La más frecuente implica la extirpación de la pulpa coronal y la aplicación de formocresol durante cinco minutos (37). Actualmente, la dilución al 1:5 de Buckley es la “regla de oro” en los estudios en los que se comparan pulpotomías con formocresol con otros materiales. La solución de Buckley al 1:5 contiene 19% de formaldehído, 35% de cresol, 15% de glicerina y 31% de agua (13,38).

Efectos terapéuticos del formocresol.

Existen en la literatura científica múltiples estudios clínicos, realizados en niños, en los cuales se ha valorado el rango de éxito de las pulpotomías al formocresol. Tanto los tamaños muestrales como los tiempos de evolución son diversos y los hallazgos varían según los diferentes autores, pero en general los resultados de éxito de la pulpotomía al formocresol oscilan entre el 70 y el 99 % (16,23,39).

Se ha demostrado también éxito del 99% y la ausencia de relación significativa entre el tratamiento de pulpotomía al formocresol y la alteración en el momento de exfoliación de los molares tratados. De hecho, en un amplio estudio realizado en 1662 molares, se obtuvo éxito en el 99,4% y ninguna influencia significativa en la edad de exfoliación de los molares tratados (16).

En cuanto al efecto terapéutico del formocresol, se considera que este producto provoca la fijación de los tejidos debido al efecto que produce en la unión de proteínas. Tiene capacidad momificante y provoca la desnaturalización de las proteínas de la pulpa radicular más próxima a la cámara y difunde apicalmente, fijando los tejidos en mayor o menor medida. Además, tiene una alta capacidad bactericida, probablemente debida a su elevada alcalinidad (16).

Estudios *in vitro* comparativos sobre de la acción antimicrobiana de diversos productos pulpares han demostrado que el formocresol mezclado con óxido de zinc-eugenol es un mayor germicida que el hidróxido de calcio, la clorhexidina, la pasta Kri® o la pasta yodofórmica Vitapex® (16).

Investigaciones de **Hill y cols.** (16,40) han mostrado el elevado efecto bactericida del formocresol contra algunas de las bacterias halladas normalmente en las lesiones de caries. Se considera que su acción comienza a una concentración del 0,75% y que al 1,5% es efectivo a los 30 segundos tras su aplicación.

Toxicidad del formocresol

A lo largo del tiempo y paralelamente a la publicación de estudios que han ido confirmando el éxito clínico de las pulpotomías al formocresol, ha ido aumentando la literatura que cuestiona su uso. Se basan en la posible toxicidad del formocresol y su seguridad, pues se considera que los componentes de la solución (formaldehído y cresol) son, en sí mismos, tóxicos. El formaldehído es un elemento tóxico, altamente carcinogénico y mutagénico para el ser humano. Es antigénico y activa la respuesta inmune celular y humoral. El cresol es un producto orgánico cáustico que produce la

destrucción completa de la integridad celular. La solución de formocresol es un producto que provoca la alteración de las funciones celulares y su degeneración y el tratamiento de la pulpa dental con éste provoca reacciones inflamatorias y necrosis (13,16).

Muchos investigadores están de acuerdo en que provoca daños tisulares locales y en que es, como se ha visto en animales de experimentación, potencialmente inmunogénico, mutagénico y carcinogénico. De hecho, algunos consideran que no debería ser empleado en absoluto desde el momento en que se conocen estos efectos tóxicos. Por estas razones los esfuerzos por encontrar un sustituto a este medicamento se han incrementado durante los últimos años (16,41).

Además, la *Internacional Agency for Research on Cancer* (IARC) (42) clasificó en Junio de 2004 al formaldehído como carcinogénico para los humanos (25,43). Un grupo de expertos de la IARC determinó que existía suficiente evidencia de que el formaldehído causaba cáncer nasofaríngeo en humanos, un raro cáncer de los países desarrollados, evidencia limitada de cáncer de la cavidad nasal y senos paranasales y “fuerte pero no suficiente evidencia” para producir leucemia (19,25).

A pesar de las deficiencias de formocresol, su elevada tasa de éxito clínico ha sugerido a los investigadores que se debe buscar un sustituto con propiedades físicas y químicas similares. Debido a que su componente activo es el formaldehído, con capacidad de fijar las proteínas, se piensa que los medicamentos alternativos propuestos deberían conservar esta propiedad (39,44).

Toxicidad local del formocresol.

Los efectos indeseables del formocresol no se muestran normalmente de forma clínica como un fracaso de la técnica, sino principalmente tras los estudios histológicos realizados posteriormente sobre las muestras (16).

Existe controversia en los diversos estudios acerca de la respuesta exacta del tejido pulpar en contacto con formocresol. Se considera que la reacción tisular depende del tiempo de aplicación y de la concentración empleada, pero todos los autores parecen coincidir en que produce fijación del tejido pulpar así como inflamación y necrosis del mismo (16).

Diferentes investigadores han descrito las áreas que encontramos en el tejido pulpar remanente tras la pulpotomía al formocresol (16,45-47):

- ❖ Zona de fijación: capa de tejido fibroso acidófilo en la parte más coronal en el lugar de la amputación.
- ❖ Zona acelular: área de atrofia con pérdida de la definición celular apical a la zona de fijación.
- ❖ Zona de regeneración: contiene células inflamatorias dentro de un tejido pulpar vital en el área apical.

Autores como **Alacam** (16,48) en un estudio con dientes de pacientes infantiles tratados con formocresol y extraídos doce meses después del tratamiento, observaron que este medicamento creó una capa de tejido pulpar necrótico en contacto directo con el producto, una capa más apical de tejido fijado, seguida por una zona de células inflamatorias y en el área más apical halló tejido pulpar vital. Se debe destacar que en ninguno se formó puente dentinario ni se produjo la curación sin inflamación.

Otros autores (16,41) hallaron células inflamatorias concentradas entre la segunda y tercera capa, con difusión hacia el tejido apical a los catorce días de tratamiento con formocresol. Tras treinta y un días, la inflamación se encontraba en el ápice. En otras investigaciones (16,46) se observó que el tejido pulpar necrótico era reemplazado por tejido de granulación a través del ápice a las siete semanas de tratamiento de pulpotomía con formocresol.

También se han investigado los diferentes tiempos de aplicación del formocresol. La conclusión es que cuanto mayor sea el contacto, menos favorable es la respuesta

histológica. De hecho, se considera que si se deja el formocresol en contacto con la pulpa, la fijación progresa apicalmente hasta provocar la fijación de toda la pulpa (16,46).

Ranly, basándose en todos estos hallazgos histológicos concluyó que el formocresol no tiene propiedades curativas y que una pulpotomía clínicamente considerada un éxito permanecía crónicamente inflamada y parcialmente necrótica (14,44,46). Por otro lado, **Magnusson** afirma que para considerar éxito de este tratamiento, debe existir una ausencia total de inflamación, requisito que no aparece con respecto al formocresol (7,16).

Por otro lado, estudios realizados por **Segura y cols.** (16,49) mostraron que el formocresol, en concreto en una forma comercial en la que estaba mezclado con eugenol, reduce la capacidad de adhesión de los macrófagos, lo que disminuye también su capacidad fagocítica. Los autores concluyeron que estos productos, empleados en pulpotomías y en tratamientos intraconducto, alteran la modulación de los mecanismos de reparación y de las reacciones inflamatorias en el tejido pulpar y perirradicular llevada a cabo por los macrófagos.

El problema del empleo del formocresol sería que al ser un producto tóxico, si filtrara más allá de los límites de los tejidos dentales, podría provocar daños locales y sistémicos. A este respecto, autores como **Rusmah y cols.** demostraron que su difusión a través de la dentina y del cemento ocurre a los quince minutos de la aplicación del medicamento (16,50).

Por otro lado, **Myers y cols.** realizaron múltiples pulpotomías al formocresol en monos Rhesus demostrando que el fármaco se localizaba posteriormente en el ligamento periodontal y hueso. También se notó una cierta absorción sistémica (16,46).

En cuanto al aspecto de la toxicidad celular, se considera que los compuestos del formocresol son, en sí mismos, elementos tóxicos para las células, puesto que tienen

una alta capacidad cáustica, y provocan una inflamación y posterior necrosis total o parcial, de los tejidos con los que entra en contacto (16).

Hill y cols. (16,40) investigaron la citotoxicidad del formocresol, en un estudio *in vitro* comparativo con el glutaraldehído. Los resultados mostraron que, no sólo el formocresol en sí mismo es directamente tóxico para las células estudiadas (fibroblastos), sino que sus vapores también lo son. Las células expuestas presentaron atrofas y una tendencia a su reducción en número. Además, las diluciones al 10 y al 100% de este producto no disminuyeron los efectos tóxicos del mismo.

Diversas investigaciones (16,51), han puesto de manifiesto la liberación de formocresol desde el diente tratado, observando el efecto potencial sobre el diente sucesor sin erupcionar, como podría ser la aparición de defectos de esmalte. Asimismo se demostró que un derivado del formaldehído, el paraformaldehído, provocaba infiltraciones celulares e inflamación en los tejidos cercanos a los dientes tratados. Esta reacción es una respuesta inmunológica al formocresol y puede condicionar la aparición de hipoplasias en el esmalte de la dentición permanente. Otra alteración fue el incremento en la prevalencia de premolares erupcionados en una posición rotada tras la exfoliación de un diente pulpotomizado con formocresol.

Por otro lado, **Fernández-Domínguez** (16,51) halló que tras la pulpotomía al formocresol se presentó un patrón de recambio acelerado (en trece de treinta y dos dientes estudiados) así como un patrón de reabsorción atípico (en tres de los treinta y dos).

Sin embargo, parece haber consenso entre los diferentes autores en que no se han realizado todavía suficientes estudios para confirmar estas conclusiones. Además, algunos investigadores, consideran que los trabajos realizados hasta la fecha son de seguimiento, hechos mucho tiempo después del tratamiento y sin conocer el estado de la pulpa dental antes de la intervención. Opinan además que tampoco se ha hecho ningún estudio diseñado específicamente para valorar los efectos del trastorno que podría provocar la realización de la pulpotomía en sí, sea con el fármaco que sea (16).

Toxicidad sistémica del formocresol.

No sólo se ha considerado la influencia local del formocresol, sino que se ha estudiado también su difusión en el organismo, y su posible toxicidad sistémica en diferentes zonas del cuerpo, así como su potencial carcinogénico y mutagénico. Por lo que se han realizado estudios sobre los efectos orgánicos de la inyección de formocresol en animales de experimentación (16).

Se distribuye por todo el organismo, la metabolización y excreción del formocresol absorbido ocurren por vía renal y pulmonar. El restante se fija a los tejidos, principalmente en los riñones, el hígado y el pulmón. Cuando se administra por vía sistémica a dosis elevadas, se observan efectos tóxicos agudos como alteraciones cardiovasculares, alteraciones de las concentraciones enzimáticas en sangre y orina, así como signos histológicos de lesiones celulares en órganos vitales. Sin embargo las dosis administradas en estas investigaciones eran muy superiores a las utilizadas clínicamente para las pulpotomías en humanos, por lo que los resultados no podían ser extrapolados a la práctica odontológica diaria (16).

Así, **Ranly** realizó un estudio con doce ratas, de 150 gramos de peso cada una, a las que inyectó formaldehído intravenoso. Las dosis administradas consistían en el 10, 20, 30 y 50% de la cantidad de fármaco que se administró en las pulpotomías. El objetivo fue determinar la dosis mínima suficiente para producirse una incorporación sistémica. Dos horas después de aplicar de forma intravenosa el formaldehído, los animales fueron sacrificados, poniendo de manifiesto radioactividad en cinco tejidos (pulmón, hígado, riñón, músculo y plasma). En concentraciones de 10 y 20% de la cantidad aplicada en cámara pulpar, no se logró un nivel de incorporación sistémica a diferencia de las concentraciones de 30 y 50% (16,52).

También se analizó la absorción sistémica de formaldehído en pulpotomías en animales (16,47), empleándolo marcado con carbono 14 en pulpotomías en monos y se demostró la absorción sistémica de un 1% del formaldehído cuando la solución se aplicó durante cinco minutos en los molares. Este porcentaje aumentó al realizar

pulpotomías secuenciales, encontrando formaldehído no sólo en pulpa, dentina y ligamento periodontal, sino también en la orina, lo que mostró la filtración glomerular del producto. Otro estudio demostró la presencia de formaldehído en tejidos como hígado y riñón, pero se concluyó que en condiciones normales, la cantidad distribuida y absorbida por el organismo humano era tan pequeña que no supondría su contraindicación.

Por lo tanto, mientras algunos autores consideran que no existen pruebas de que se produzca una distribución sistémica dañina del formocresol tras el tratamiento de pulpotomía, otros han observado, en animales de experimentación, formaldehído en los fluidos orgánicos y la absorción sistémica de éste (16).

Los estudios realizados hasta la fecha han demostrado que es posible que el formocresol tenga una difusión sistémica y se han centrado en analizar también el efecto de este fenómeno en el organismo. El formaldehído, componente del formocresol, ha revelado poseer un cierto potencial mutagénico y cancerígeno en estudios con modelos animales. Su mutagenicidad ha sido demostrada en estudios *in vitro* en la mosca de la fruta *Drosophila*, la bacteria *Escherichia coli*, *Neurospora* y en células de hígado de mono. Así mismo, investigaciones en monos y ratas han mostrado que en contacto a largo plazo, es capaz de transformar células epiteliales en células precancerosas y cancerosas (16,43,47).

Lewis (16,41) mostró que el formaldehído posee una capacidad tóxica relacionada con su dosis de aplicación. Este producto sería capaz, a partir de una cierta dosis, de estimular la proliferación celular y la formación de células escamosas cancerígenas. Sin embargo, consideró que la distribución sistémica del formocresol es de corta duración y que la concentración producida por las pequeñas cantidades de esta sustancia que se emplean en pulpotomías no producirían los mismos daños que los hallados en los estudios *in vitro*, es decir, que los resultados obtenidos hasta la fecha no serían extrapolables a humanos en la forma que se utiliza el formocresol en la técnica de pulpotomía.

Swenberg y cols. (13,53) realizaron un estudio evaluando los efectos nocivos del formaldehído en trescientas cuarenta y cuatro ratas. Para ello, se expuso a los animales a una inhalación de 0, 2, 6 ó 15 ppm de vapor de formaldehído durante seis horas al día en un periodo de tiempo comprendido entre dieciocho a veinticuatro meses. Los resultados de este estudio pusieron de manifiesto que todos los mamíferos, independientemente a la exposición sometida, presentaban rinitis, displasia epitelial y metaplasia escamosa. Además, los roedores expuestos a 15 ppm de vapor de formaldehído mostraron lesiones más extensas y severas.

Posteriormente, **Lewis y Chestner** (13,54) realizaron una revisión bibliográfica sobre el uso de formaldehído en Odontología con el objetivo de determinar el potencial mutagénico y carcinogénico de éste. Ambos autores expusieron en su ensayo que el formaldehído inhibe a la catalasa, una enzima implicada en la mutación cromosómica, siendo al mismo tiempo capaz de reaccionar con nucleósidos, nucleótidos y ácidos nucleicos. El formaldehído también se ha detectado como subproducto del metabolismo de agentes antitumorales.

Milnes (13,55) publicó una extensa y detallada revisión acerca del metabolismo, farmacocinética y carcinogeneidad del formaldehído, concluyendo que no posee potencial carcinogénico en humanos en condiciones de baja exposición. Extrapolar los resultados a la Odontopediatría sería absurdo, puesto que el formaldehído tiene un riesgo insignificante de carcinogénesis si se usa en tratamientos pulpares.

Zarzar y cols. (56) realizaron un estudio en niños que recibieron tratamiento de pulpotomía, consistente en un análisis de sangre previo a la pulpotomía (grupo control) y veinticuatro horas después (grupo tratado) a veinte niños. Los autores concluyeron que, desde un punto de vista estadístico, el formocresol no es mutagénico. Pero que se necesitan más investigaciones con una muestra mayor y con pacientes que requieran más de una pulpotomía.

Existen multitud de fuentes de exposición al formaldehído, tales como: fertilizantes, cosméticos, productos tabáquicos...(13,55). La Organización Mundial de la Salud

(OMS) ha estimado que el consumo diario aproximado es de 1.5-14 mg/día (de media 7.8 mg/día).

La dosis estimada de formaldehído al realizarse una pulpotomía, utilizando formocresol diluido 1:5, y entendiendo que se empleasen en el procedimiento cuatro bolitas de algodón impregnadas, sería de 0.02-0.10 mg. Los estudios que se han realizado usaron concentraciones, volúmenes y vías de administración completamente diferentes a las empleadas habitualmente en las pulpotomías. Es por ello que resulta difícil extrapolar estos resultados a la especie humana.

▪ **Sulfato Férrico.**

El sulfato férrico ($\text{Fe}_2[\text{SO}_4]_3$) se emplea como agente hemostático de tejidos blandos en la toma de impresiones de coronas y puentes (21-23). Otra forma, es el subsulfato férrico ($\text{Fe}_4[\text{OH}]_2[\text{SO}_4]_5$) o solución de Monsel. La primera vez que se empleó esta solución fue en el Hospital Militar de Burdeos, Francia. En este tiempo se empleaba principalmente con fines dermatológicos y para biopsias de mucosas como agente hemostático. El éxito de esta solución radicaba en su propiedad de control hemorrágico, pero teñía y producía cambios degenerativos y reactivos (13,23).

En 1988 se realizó una investigación con el objetivo de valorar la respuesta del sulfato férrico en dientes pulpotomizados de monos. El control de la hemorragia pulpar se realizó aplicando sulfato férrico al 15.5% en los dientes y después se aplicó hidróxido de calcio. Tras sesenta días, la respuesta pulpar en estos dientes resultó óptima respecto a los controles (13,23,25).

Al emplear sulfato férrico se forma un complejo de iones de hierro y proteínas de la sangre, consiguiendo la hemostasia sin formar un coágulo sanguíneo. Puesto que posee además propiedades bacteriostáticas y no se le conoce ningún efecto sistémico tóxico, aparece como un posible candidato para reemplazar al formocresol, si bien en la bibliografía se registran unos índices de éxito muy diferenciados (4,23,57,58).

En Odontología, ha sido empleado principalmente para el control de sangrado en cirugía oral, así como para provocar retracción gingival para la toma de impresiones (12,13,16,23,25).

Los autores que lo han investigado se basan en la capacidad hemostática de esta sustancia y en que formaría, sobre la pulpa tratada, un complejo proteínico como el que se forma en el tratamiento vascular. Esto impediría el paso de sustancias irritantes y permitiría, en pulpotomías, evitar los problemas derivados de la formación del coágulo y de la cascada inflamatoria, reduciendo así las posibilidades de inflamación crónica y de reabsorciones radicales internas, que son los factores que principalmente llevan al fracaso la técnica de pulpotomías en dientes temporales (13,16).

En cuanto a la técnica clínica, tras la eliminación de la pulpa cameral, con cucharilla e instrumental rotatorio con mucha irrigación, se controla la hemorragia de los muñones del suelo de la cámara pulpar con una bolita de algodón durante cinco a diez minutos. Tras limpiar de restos de sangre la cámara pulpar y observar que apenas sangran los muñones se aplica el sulfato férrico, en unas jeringas especiales y con unas boquillas metálicas con punta de cepillo (dento-infusor), apretando sobre cada uno de los muñones radicales del suelo de la cámara pulpar, presionado sobre cada uno de diez a quince segundos. Posteriormente se lava con agua y se seca quedando la cámara de color amarillo-marrón. Si tras la aplicación sangra algún muñón se puede volver a aplicar. Después, se rellena la cámara con cemento (IRM, óxido de zinc-eugenol, fosfato de zinc...) (27).

Autores como **Fei y cols.** en 1991 (23), compararon ochenta y tres pulpotomías realizadas con formocresol y sulfato férrico en sesenta y dos niños. Observaron que el éxito clínico y radiográfico en el grupo del formocresol fue del 96% y del 81%, mientras que en el grupo del sulfato férrico fue mayor, del 100% y 97%, respectivamente.

Fucks y cols. (57) compararon en sus investigaciones noventa y seis pulpotomías realizadas con formocresol y con sulfato férrico en setenta y dos niños. No determinaron

diferencias estadísticamente significativas entre los fármacos, aunque los porcentajes de éxito clínico y radiográfico fueron algo menores en el primer grupo respecto al segundo.

Ibrevic y Al-Jame (59) compararon ciento noventa y cuatro pulpotomías realizadas con formocresol (fórmula de Buckley) y sulfato férrico en setenta pacientes. El éxito clínico y radiográfico fue muy similar en ambos, sin hallar diferencias estadísticamente significativas en las respuestas radiográficas de los molares pulpotomizados con los fármacos.

Huth y cols. (60) compararon cuatro técnicas de pulpotomía diferentes en doscientos molares en ciento siete niños. El éxito clínico fue 96% en el grupo del formocresol y del 100% en el del sulfato férrico; mientras que en las radiografías posteriores de control el éxito fue del 90% para el primero y se redujo al 86% para el segundo.

Burnett y Walker (61) no encontraron diferencias estadísticamente significativas en los hallazgos radiográficos de las seiscientas cuarenta y dos pulpotomías realizadas con formocresol y con sulfato férrico. Pero observaron un 31% de fracasos en la técnica que utilizaron combinando ambos fármacos. En ésta, el formocresol se aplicó después de controlar la hemorragia con sulfato férrico.

En un estudio sobre modelo animal realizado por **Fucks y cols.** (58) encontraron resultados similares entre el formocresol y el sulfato férrico en la respuesta inflamatoria, la aparición de abscesos perirradiculares o interradiculares, reabsorción radicular y formación de puente dentinario.

En los estudios clínicos que utilizaron sulfato férrico al 15.5% en dentición decidua, el porcentaje de éxito oscilaba del 92.7% obtenido por **Fei y cols.** (23), al 96.5% de **Fucks y cols.** (57). Por otro lado, **Smith y cols.** (62) realizaron un trabajo retrospectivo en el que obtuvieron un éxito radiológico del 74 al 80% y clínico del 99%. También se ha demostrado en diferentes investigaciones (23,57,59,60,63) que este agente

hemostático tiene valores comparables al formocresol, con un rango de éxito que oscila del 81 al 97%, pudiendo ser de este modo una alternativa a éste.

En los resultados de estas investigaciones destaca que el éxito clínico y radiológico tiende a disminuir con el tiempo, pero aun así alcanza unos buenos resultados. Por otra parte la metamorfosis cálcica también tiende a aumentar con el tiempo. Además, no hay alteraciones en el esmalte del diente permanente sucesor y en cerca del 10% de los casos está adelantada su erupción. Además, en la literatura científica no se encuentran registros de efectos tóxicos y nocivos del sulfato férrico (17,23,27,43,57,59,62).

- **Otros materiales y técnicas.**

- Agregado trióxido mineral.

En la década de los 90 surgió un nuevo material, el Agregado Trióxido Mineral (MTA), desarrollado en la Universidad de Loma Linda (California). Es un material que fue descrito por primera vez en la literatura especializada en 1993 por Lee, Monsef y Torabinejad y patentado en 1995 por Torabinejad y White (17).

Sin embargo, no es hasta 1998 cuando la “*US Food and Drug Administration*” (FDA) aprueba su uso en Odontología. Desde entonces este material ha sido investigado y empleado en múltiples y diversas intervenciones quirúrgicas y no quirúrgicas en el ámbito odontológico. El MTA ha sido objeto de numerosas investigaciones con resultados muy esperanzadores en cuanto a su utilización en tratamientos pulpares de dientes permanentes y temporales (13,15,17,18,27,64,65).

Fue lanzado comercialmente en 1999 en España con el nombre de ProRoot MTA® (Dentsply), de color gris. Este material se presenta como un polvo hidrofílico que fragua en presencia de agua. El MTA está compuesto de partículas de silicato tricálcico, aluminato tricálcico, silicato dicálcico y aluminato férrico tetracálcico. También incorpora óxido de bismuto, responsable de una radiopacidad ligeramente superior a la de la dentina, y sulfato de calcio dihidratado (14,64). Posee una elevada capacidad

antimicrobiana, pues al mezclar el óxido de calcio que contiene el MTA reacciona con el agua, formando hidróxido de calcio, que provoca un aumento del pH por disociación de iones calcio e hidroxilo, este ambiente resulta inadecuado para el desarrollo bacteriano y fúngico (17,18). Asimismo, se trata de un material biocompatible, tiene la capacidad de formar puentes dentinarios, posee un pH adecuado (alcalino), no provoca inflamación en los tejidos perirradiculares, no es tóxico, promueve la cicatrización tisular y es capaz de sellar herméticamente. Su capacidad de sellado es mejor que la de la amalgama o la del óxido de zinc-eugenol, que favorece que produzca una menor inflamación en los tejidos periapicales que estos materiales. Además, no requiere de un área seca para su aplicación y de hecho fragua en presencia de humedad. Destacar entre sus principales inconvenientes su tiempo de fraguado (cuatro horas) y su elevado coste. Esto encarecería el tratamiento de pulpotomía, lo que puede llevar al rechazo del mismo por parte de los padres (18).

La técnica clínica es similar a los demás procedimientos de pulpotomías. Una vez que se ha eliminado la pulpa cameral y controlada la hemorragia, se prepara el cemento MTA. El polvo gris ó blanco de MTA se mezcla con suero salino en una proporción de tres partes de polvo por una de líquido. Una vez mezclado se lleva a la cámara pulpar con un portaamalgamas y se adapta al suelo con la presión de una bolita de algodón húmeda. Los restos se eliminan de las paredes y se rellena el resto de la cámara pulpar con un cemento tipo IRM, óxido de zinc-eugenol, cemento de vidrio ionómero fotopolimerizable... (17,27).

El primer estudio que utiliza MTA para pulpotomías en molares temporales fue realizado por **Eidelman y cols.** En un estudio preliminar compararon el formocresol como grupo control, con el MTA como grupo experimental. Después de treinta meses de seguimiento, el MTA obtuvo un éxito del 100%, mientras que el grupo control obtuvo un 93.3%. Varios han sido los autores que concluyen que al utilizar MTA en pulpotomías, se obtienen resultados lo suficientemente aceptables para constituir una alternativa prometedora al formocresol (13,20).

Asimismo, **Maroto y cols.** (66,67) obtuvieron excelentes resultados tanto clínicos como radiológicos, puesto que observaron que el 100% de las pulpotomías realizadas con MTA fueron un éxito. También, que con el paso del tiempo tienden a aumentar las obliteraciones de los conductos radiculares, no encontrando datos de alteración en los dientes sucesores permanentes.

Ansari y cols. (24) encontraron que el MTA era igual de eficaz que el formocresol en el tratamiento de pulpotomías en dientes temporales. Del total de cuarenta dientes temporales tratados, sólo tres casos del grupo del formocresol desarrollaron reabsorción radicular interna (15%), pero ninguno del grupo del MTA. Las lesiones a nivel de la furca se detectaron en cinco casos del grupo del formocresol y en uno del MTA. Sin embargo, en cuanto a la presencia de reabsorción externa encontraron una afectación similar en ambos grupos.

En 2002 salió al mercado el MTA blanco, para intentar evitar las coloraciones producidas por la formulación gris. En 2008 **Noorollahian** (68) comparó treinta pulpotomías realizadas con MTA blanco (grupo experimental) con otras treinta realizadas con formocresol (grupo control); obteniendo un 100% de éxito clínico en ambos grupos. Sin embargo, observó un fracaso radiológico en el grupo del MTA a los doce y veinticuatro meses.

Cardoso y cols. (69) compararon pulpotomías realizadas con MTA gris y blanco, encontrando que el éxito clínico y radiográfico del MTA gris fue del 100%, mientras que en los tratados con el blanco fue del 93%. Este 7% mostró reabsorción radicular interna y fueron dejados en observación hasta su exfoliación fisiológica, puesto que no mostraron otros signos clínicos ni radiográficos de fracaso. Además, estos autores refieren que el MTA blanco puede producir también discoloraciones en dientes temporales pulpotomizados.

El MTA es similar al cemento Portland en su composición, sin embargo no son materiales idénticos. El MTA presenta un tamaño medio de partículas más pequeño, contiene menos metales pesados tóxicos, posee un mayor tiempo de manejo y es

sometido a un procesado de purificación adicional. Además, el MTA contiene, a diferencia del cemento Portland, óxido de bismuto para hacerlo radiopaco para uso dental (17).

Conti y cols. utilizaron cemento Portland en lugar de MTA. Los autores concluyen que podría considerarse una alternativa más económica, puesto que los tres molares que recibieron el tratamiento experimental se mantuvieron asintomáticos y se observó la presencia de barrera dentinaria bajo el material. Sin embargo, se requieren más ensayos clínicos para determinar si es adecuado utilizar este cemento en lugar de MTA (70).

- Glutaraldehído.

Fue propuesto como agente fijador del tejido pulpar en 1975 por Gravenmade, con mayor capacidad que el formocresol (25). Es un tipo de aldehído de bajo peso molecular con capacidad para fijar tejidos que presenta un menor grado de penetración que el formocresol y provoca menos lesiones apicales y necrosis.

Es un germicida potente y algunos autores consideraron que se trataba de un posible sustituto del formocresol en pulpotomías de molares temporales con el que se conseguiría un éxito clínico elevado con un buen pronóstico (44). Una concentración de glutaraldehído al 2% era suficiente y la bolita de algodón impregnada no debería ser escurrida, a diferencia de lo que ocurre con el formocresol (17,71).

En cuanto a la técnica clínica, tras la eliminación de la pulpa cameral, con cucharilla e instrumental rotatorio con mucha irrigación, se controlaba la hemorragia de los muñones del suelo de la cámara pulpar con una bolita de algodón durante cinco a diez minutos. Tras limpiar de restos de sangre la cámara pulpar y observar que apenas sangran los muñones de los conductos radiculares se colocaba en la cámara pulpar una bolita de algodón impregnada en glutaraldehído al 2% durante cinco minutos. Finalmente se rellenaba la cámara pulpar con un cemento (IRM, óxido de zinc-eugenol, oxifosfato de zinc...) (27).

El tiempo de aplicación fue valorado en pulpotomías con glutaraldehído al 2% en primates, con distintos tiempos de aplicación según el grupo: de uno o de cinco minutos. En el análisis histológico realizado veinticuatro semanas después encontraron mejores resultados tras cinco minutos de aplicación, que durante un minuto (17).

Aún no han sido demostrados buenos resultados a largo plazo que igualen a los del formocresol, como es apreciable en un estudio con un fracaso del 18% en dientes temporales humanos, a los veinticinco meses de haber recibido un tratamiento de pulpotomía usando glutaraldehído al 2%. En este mismo estudio, después de cuarenta y dos meses de seguimiento, encontraron que los dientes tratados con glutaraldehído se reabsorbían más rápidamente que el grupo control (17).

Una comparación de pulpotomías con glutaraldehído al 4% y con formocresol demostró resultados similares o ligeramente superiores para el glutaraldehído. Se alcanzaron mejores resultados al aplicarlo al 4% durante cinco minutos, respecto a la aplicación al 2%. Esto podría deberse, a que el aumento de su concentración y la aplicación durante periodos más prolongados son factores que aumentan el grado de fijación (17).

En diferentes investigaciones destaca que el porcentaje de éxito clínico y radiológico tiende a disminuir con el tiempo, pero aun así alcanza unos resultados bastante buenos. Por otra parte la metamorfosis cálcica también tiende a aumentar con el tiempo. Respecto al suceso permanente, encontramos que la erupción se encuentra adelantada en el 15% de los casos y no presentan defectos del esmalte (27). Sin embargo, con el glutaraldehído aparecen efectos sistémicos tóxicos similares al formocresol, está prohibido en algunos países, como Australia (61,72), y no ofrece mejores tasas de éxito, por lo que no se considera una buena alternativa en el tratamiento de pulpotomías en molares temporales (25,27).

- Hidróxido de calcio.

En toda pulpotomía, lo ideal sería que la pulpa radicular se mantuviese vital y saludable. Esto implicaría la inducción de formación de dentina reparadora, es decir, su regeneración.

La técnica con hidróxido de calcio fue propuesta por primera vez por Hermann en 1930 y es, después de la técnica con formocresol, la más antigua (27). En esta técnica, tras la eliminación de la pulpa cameral, se controla la hemorragia de los muñones del suelo de la cámara pulpar con una bolita de algodón durante cinco a diez minutos. Tras limpiar de restos de sangre la cámara pulpar y observar que apenas sangran los muñones de los conductos radiculares, se prepara una pasta mezclando polvo de hidróxido de calcio puro con agua estéril, del grifo o con suero salino estéril. La pasta se lleva al suelo de la cámara pulpar para cubrir los muñones de los conductos radiculares evitando que entre el muñón y la pasta se forme un coágulo sanguíneo. Los restos se eliminan de las paredes y se rellena el resto de la cámara con un cemento (IRM, óxido de zinc-eugenol, oxifosfato de zinc...) (27).

En las investigaciones realizadas destaca que el porcentaje de éxito clínico y radiológico disminuye con el tiempo de una manera muy marcada. También se encuentran los datos sobre reabsorciones internas, dado que con esta técnica son muy frecuentes y suponen una de las principales causas de fracaso (72). Las reabsorciones internas tienden a aumentar a medida que pasa el tiempo. Este hecho fue atribuido a que el coágulo de sangre que se forma reacciona con el propio material y el tejido pulpar. Además, apenas hay datos sobre obliteración interna o metamorfosis cálcica ni sobre alteraciones sobre el diente permanente sucesor, posiblemente porque no se producen con esta técnica (27,64).

En investigaciones que comparan el formocresol con el hidróxido de calcio se observó que éste se comportaba peor que el formocresol, puesto que los molares tratados con hidróxido de calcio presentaron reabsorción interna, externa y radiolucidez en la furca a los veinticuatro meses, así como presencia de fístula en tres molares (60).

Zurn y cols. (73) utilizan un hidróxido de calcio fotoporimerizable, con la premisa de que al ir vehiculizado con resina, sería mucho más estable, promovería mejor los procesos de cicatrización y eliminaría la inflamación crónica pulpar asociada con los procesos de reabsorción. Sin embargo, tan sólo encontraron un 56% de éxito en el período de trece a veinticuatro meses. En la mayoría de éstas pulpotomías se realizó la extracción por necrosis pulpar y formación de abscesos y además el 21% presentó reabsorción interna.

Por estos motivos, el hidróxido de calcio como medicamento en pulpotomías ha sido abandonado en favor de otras técnicas (13,27,64).

- Óxido de zinc-eugenol.

El óxido de zinc-eugenol ha sido uno de los materiales más utilizados para tratamientos pulpares, después del formocresol. Se emplea con mayor frecuencia en los tratamientos de pulpectomía, pero también de pulpotomías en dientes temporales. Se considera que este agente funciona como un cicatrizante y estimulador del órgano dentino-pulpar en la formación de dentina reparativa. También es considerado como un potente analgésico, por su rápida acción sedante. La mayoría de los autores considera que se puede utilizar en tratamientos de pulpotomía como relleno de las cámaras pulpares de dientes temporales, una vez que se haya realizado el método de Buckley tradicional de pulpotomía al formocresol (17,29).

Para su uso directo en pulpotomías, sin pasar por la aplicación previa de formocresol con una bolita de algodón, muchos investigadores consideran que es conveniente añadir a la mezcla un antiséptico pulpar (generalmente el formocresol), dado que este material por sí mismo no tiene un efecto bactericida. Sin embargo, se ha observado también en estudios *in vitro* que éste no forma enlaces químicos con el cemento de óxido de zinc-eugenol, y que, probablemente, al cabo del tiempo, estos elementos se separan (17).

El óxido de zinc-eugenol en contacto con el tejido pulpar vital es hidrolizado a hidróxido de zinc y eugenol libre. El eugenol en contacto directo con la pulpa produce una inflamación crónica que se ha asociado a reabsorciones internas y a la posible pérdida del diente. Por otro lado, múltiples estudios han demostrado que el óxido de zinc-eugenol provoca además, afectación del tejido perirradicular y alteración en la erupción de los dientes permanentes subyacentes (17,29,61). Se considera que la aplicación directa de óxido de zinc-eugenol sobre el tejido pulpar vital puede lesionarlo, por lo que es preciso fijar primero el tejido pulpar para que no se vea afectado (74).

- Electrocoagulación.

Esta técnica también denominada electrofulguración, se comenzó a utilizar en pulpotomías de dientes temporales en 1965 (27). Tiene como objetivo desvitalizar el tejido pulpar cameral, calentando y carbonizando la pulpa hasta alcanzar la desnaturalización de la misma, eliminando de esta forma cualquier contaminación bacteriana existente (13). Se realiza de forma física, sin necesidad de aplicar ningún medicamento (25).

La electrocirugía puede definirse como la aplicación de una corriente alterna de alta frecuencia cuyo efecto termal se usa para destruir o seccionar los tejidos vivos. Existe hemorragia después de su utilización, aunque muy reducida. Los bisturís eléctricos pueden trabajar de cuatro maneras: coagulando, disecando, por electro-desección y por fulguración. Los autores que han investigado el uso de este sistema en pulpotomías de dientes temporales, recomiendan para ello el empleo de la función corte-coagulación para estos procedimientos (16).

La técnica sigue la siguiente pauta, tras la eliminación de la pulpa cameral, con cucharilla e instrumental rotatorio con mucha irrigación, se controla la hemorragia de los muñones del suelo de la cámara pulpar con una bolita de algodón durante cinco a diez minutos. Tras limpiar los restos de la cámara pulpar y observar que apenas sangran los muñones de los conductos radiculares se aplica una descarga de corriente eléctrica, durante uno o dos segundos, con el electrodo colocado a una distancia de entre uno y

dos milímetros del muñón amputado y repitiendo la operación en todos los muños a intervalo de cinco a diez segundos para evitar el excesivo calentamiento de la cámara pulpar. La maniobra se repite dos o tres veces por cada muñón, colocando en cada intervalo una bolita de algodón para que absorba cualquier resto de sangre o fluidos antes de aplicar la corriente eléctrica. Los electrobisturís más empleados son el Hyfrecator 705A y el Storbex Ultron, siempre a media potencia. Finalmente se rellena la cámara pulpar con un cemento (IRM, óxido de zinc-eugenol, oxifosfato de zinc...) (27).

Bahrololoomi y cols. (75) encontraron que el éxito clínico y radiográfico de las pulpotomías realizadas con formocresol y con electrobisturí fue similar en ambos grupos, a pesar de que el grupo tratado con electrocirugía mostraba peores signos.

Sin embargo, otras investigaciones encuentran hallazgos sorprendentes puesto que en los estudios con controles a más largo plazo los resultados clínicos y radiológicos mejoran, en contra de la lógica de mantenerse o disminuir. La obliteración de conductos sólo aparece en uno de los estudios a seis meses y no hay datos de alteración en el sucesor permanente (27). Pero existen también, en la literatura científica, estudios que muestran resultados desfavorables con el empleo de electrocirugía en pulpotomías de dientes temporales (16,76).

- Hipoclorito de sodio.

El hipoclorito de sodio (NaOCl) se ha utilizado en Odontología diluido o sin diluir como irrigante en el tratamiento de conductos desde 1920. A partir de 1950, los estudios histológicos han demostrado que posee propiedades antimicrobianas y es biológicamente compatible con el tejido pulpar expuesto, además de ofrecer buenos resultados como agente hemostático en recubrimientos pulpares directos (13).

Existen investigaciones en las que se ha utilizado hipoclorito de sodio a diferentes concentraciones en contacto con el tejido pulpar. Sin embargo, no fue hasta 2006 cuando **Vargas y cols.** lo aplicaron por primera vez al 5% como medicamento en

pulpotomías en dentición temporal, en niños de cuatro a nueve años de edad, obteniendo un éxito clínico y radiológico del 100% y 79% respectivamente, tras doce meses de seguimiento (13,77). **Vostatek y cols.** (78) encuentran resultados clínicos y radiográficos similares en las pulpotomías realizadas con hipoclorito de sodio al 5%, con formocresol y con sulfato férrico.

- Láser.

Entre los diferentes sistemas láser que recoge la literatura aplicados al tratamiento de pulpotomía en dentición temporal, se encuentran el láser de dióxido de carbono, Nd:YAG y Er:YAG, demostrando una eficacia moderada (74,79).

La técnica láser, incluido el láser de diodo, es ampliamente utilizada en cirugía general y oral (79). El láser de diodo puede ofrecer los siguientes beneficios: ausencia de sangrado o sangrado mínimo, cicatrización más rápida, reducción de la infección postoperatoria y necesidad de mínima o ninguna anestesia. Emite un haz de luz infrarroja que produce la ablación localizada del tejido blando mediante la conversión de la energía del láser en calor (79).

Toomarian y cols. (74) aplicaron láser Er,Cr:YSGG para el tratamiento de pulpotomía en cuarenta y ocho caninos temporales de perro, dividiendo la muestra en grupo control (formocresol) y grupo de estudio, sin encontrar diferencias clínicas ni radiológicas significativas entre ambos.

- Materiales biológicos y osteoinductores.

Algunos materiales biológicos han sido propuestos como agentes para pulpotomía con la teoría de que podrían estimular la curación fisiológica de la pulpa amputada, es decir, la regeneración pulpar (1,16).

En los inicios de estas investigaciones se empleó en el **colágeno** como material biocompatible, sin embargo el uso de colágeno artificial no produjo buenos resultados.

Siguiendo esta línea de regeneración pulpar, se están introduciendo alternativas con perspectivas prometedoras hacia la formación de hueso y dentina mediante las **proteínas morfogenéticas** (Morphogenetic bone protein o BMPs). Estimulan la formación de cartílago y hueso en implantaciones intra y extra esqueléticas *in vivo*, así como la dentinogénesis y por tanto la formación de puentes dentinarios. La base molecular de la reparación ósea se atribuye a la familia de ocho proteínas morfogenéticas (BMPs), llamadas BMP-1 – BMP-7 y proteína osteogénica (OP-2), que induce a formar nuevo hueso en zonas exoesqueléticas (13,16).

Según explica **Nakashima** en su investigación de 1990, el mecanismo de acción de las BMPs comienza por una respuesta inmune celular, seguida de una reabsorción de las BMPs y una proliferación de células mesenquimales, acompañada de una invasión vascular. Cuatro semanas después del tratamiento, se hallaron osteodentinoblastos formando una matriz en algunas zonas de la pulpa tratada. De nuevo cuatro semanas más tarde, los odontoblastos formaron dentina tubular próxima a la osteodentina. El autor concluyó que este estudio muestra cómo es posible que las BMPs estimulen la mitosis de las células mesenquimales e induzcan la diferenciación de osteodentinocitos. La osteodentina formada jugaría también un papel esencial en la diferenciación de odontoblastos, formadores de dentina (16,80).

Los “**vidrios bioactivos**” han sido estudiados como sustitutos de hueso, indicados en la reparación de defectos óseos. A pesar de que existe evidencia científica de su potencial osteogénico, no está claro si el material posee capacidad dentinogénica (65). **Salako y cols.** (65) en una investigación realizada en molares de rata encontraron una respuesta histológica diferente entre los ejemplares sacrificados a las dos y cuatro semanas. A las dos semanas se observaba una respuesta inflamatoria que no se observaba ya a las cuatro semanas.

El **fosfato tricálcico** es una biocerámica no reactiva y reabsorbible, debido a su osteoconductividad, sirve como andamiaje en injertos óseos, puesto que progresivamente se degrada y es reemplazado por hueso. **Shayegan y cols.** (81) demostraron la formación de tejido duro en pulpotomías realizadas con fosfato

tricálcico en molares temporales de cerdos. Observaron la presencia de puentes dentinarios en todas las muestras y la existencia de células mesenquimales diferenciadas a odontoblastos bajo el área calcificada, con algunas células inflamatorias diseminadas próximas al área pulpotomizada.

- **Recomendaciones actuales.**

Las diferentes guías clínicas de grupos de expertos recogen información sobre el tratamiento de pulpotomía. La *UK National Clinical Guidelines in Paediatric Dentistry* recomienda el uso de formocresol, sulfato férrico, hidróxido de calcio o MTA para su aplicación directa en la pulpa radicular vital (9). La *American Academy of Pediatric Dentistry* mantiene que el formocresol (formulación de Buckley), el sulfato férrico, la electrocirugía y el MTA han demostrado éxito a largo plazo en el tratamiento de pulpotomías (82,83).

Sin embargo, una revisión Cochrane reciente (2) que incluye tres estudios (de ochenta y dos identificados) de pulpotomías en dientes temporales cariados y asintomáticos, analiza la evidencia científica existente para el tratamiento con formocresol, sulfato férrico, electrocirugía y óxido de zinc-eugenol. En los tres estudios estuvieron disponibles los datos sobre la exodoncia después del tratamiento pulpar, observando que en dos de ellos no hubo una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos; en el tercero se extrajeron más dientes tratados mediante pulpotomía con sulfato férrico que mediante pulpotomía con óxido de zinc-eugenol. Sin embargo, no recogían los datos sobre los efectos a largo plazo. Los autores no pudieron establecer conclusiones sobre el tratamiento o las técnicas óptimas para los molares temporales con compromiso pulpar.

2.5. Hallazgos clínicos y radiográficos en molares pulpotomizados.

En las revisiones periódicas del tratamiento de pulpotomía es esencial la exploración radiográfica junto a la clínica, puesto que la mayoría de los fracasos se detectan en las radiografías posteriores de control (45,62) y generalmente no cursan con dolor.

Hallazgos clínicos: se debe considerar como evidencia de éxito del tratamiento de pulpotomía la presencia de vitalidad en la pulpa radicular, la ausencia de síntomas o signos clínicos patológicos (dolor, tumefacción, sensibilidad...) y la ausencia de patología en los dientes permanentes de reemplazo (16).

Hallazgos radiográficos: se debe considerar como evidencia de éxito del tratamiento de pulpotomía la ausencia de signos radiológicos de reabsorción patológica interna y/o externa y de patología en los tejidos inter o perirradiculares.

Se entiende por reabsorción la desaparición de estructuras a través de un mecanismo biológico de fagocitosis celular, del mismo tipo que la osteoclasia. A partir de células primarias del tejido conjuntivo, óseo, cementario o pulpar se desarrollan células con función fagocítica que, acompañadas de otros macrófagos, eliminan uno o varios tejidos duros. En las reabsorciones dentarias este proceso afecta a la dentina o al cemento (no al esmalte) y en algunas ocasiones es fisiológica, como en el proceso eruptivo dentario (8).

La reabsorción dentinaria interna consiste histológicamente en la reabsorción de la dentina por los odontoclastos, con una invasión pulpar del área reabsorbida. Puede ocurrir en la cámara o en los conductos radiculares, y se extiende de forma centrífuga, pudiendo alcanzar el cemento radicular. Para que tenga lugar la acción de los odontoclastos, es imprescindible que exista tejido pulpar vital, generalmente inflamado. Puede ser idiopática, pero dos causas frecuentes son los tratamientos de pulpotomía y pulpectomía parcial (8).

Se ha descrito la **reabsorción radicular interna** como el signo radiográfico más frecuente en molares pulpotomizados y se han atribuido a la inflamación de la pulpa

residual, pues generalmente se observa en la zona donde se aplicó el fármaco (16,17,26). Algunos estudios han atribuido estas reabsorciones al empleo de compuestos de hidróxido de calcio, pero también se producen con otras técnicas, aunque su aspecto radiográfico pueda ser distinto. Las investigaciones histológicas realizadas han puesto de manifiesto que esto ocurre independientemente del medicamento empleado (7).

En las pulpas radicales no curadas se observa siempre acumulación de células inflamatorias por debajo de la lesión. Ésta se rodea, en mayor o menor grado, por fibras de colágeno, pero el proceso inflamatorio también se disemina a lo largo de los vasos situados en el centro del conducto radicular, quedando pequeños y solitarios focos por debajo de la zona de inflamación más pronunciada (7).

Histológicamente se observan fenómenos de reabsorción interna en la dentina de prácticamente todos los dientes temporales pulpotomizados que no curan. No existe reabsorción interna activa de la dentina radicular, es decir, presencia de dentinoclastos activos, en las lagunas de Howship de las zonas con marcada inflamación, pero sí en las zonas limítrofes sin alteraciones en el cuadro celular o con muy pocos cambios. Por lo general, parece como si este fenómeno precediera a la aparición de células inflamatorias, pues cuando una zona pulpar presenta infiltración de éstas, pierde su capacidad de reabsorción. Las zonas de reabsorciones alargadas o profundas van acompañadas de importantes procesos inflamatorios (7).

La reabsorción interna se diagnostica por el examen radiográfico, que revela una imagen radiolúcida con un agrandamiento irregular del contorno del conducto (fig.1). Generalmente la sintomatología es nula y las pruebas de vitalidad suelen ser normales. Si la reabsorción produce una comunicación con el periodonto, sobreviene la necrosis pulpar. Cuando muere todo el tejido pulpar, se detiene la reabsorción. (8).

En ocasiones existe también una **reabsorción radicular externa** (fig. 2), y en los molares temporales aparece una radiotransparencia en la zona de bifurcación o trifurcación, mientras que en los dientes anteriores esta radiotransparencia se puede presentar en los ápices o bien al lado de las raíces. El diagnóstico diferencial entre una reabsorción interna y externa es difícil cuando se ha producido la perforación total de la

pared dentinaria (8). A mayor destrucción, mayor movilidad del diente; así mismo suele aparecer una fístula (16).

La presencia de procesos de reabsorción radicular es considerada como un fracaso radiológico, pero esto no implica siempre un fracaso clínico (26).



Fig. 1. Reabsorción radicular interna (7).

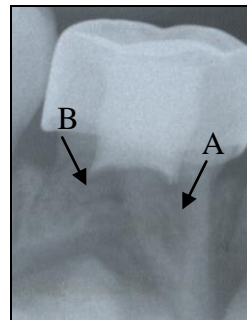


Fig.2. Reabsorción radicular interna (A) y externa (B) (7).

La aparición de **lesiones radiolúcidas** en la bifurcación o trifurcación radicular de los molares (fig.3) puede indicar el fracaso del tratamiento. Asimismo, se ha descrito la aparición de lesiones quísticas perirradiculares (16,45).

Se observa la formación de **puentes dentinarios** en los molares pulpotomizados (fig. 4) como una imagen radiológica de estenosis parcial o reducción del diámetro interno a lo largo de los conductos pulpaes radiculares (16,62). Produciéndose un depósito de dentina reparativa por la actividad de los odontoblastos como respuesta a un daño pulpar.

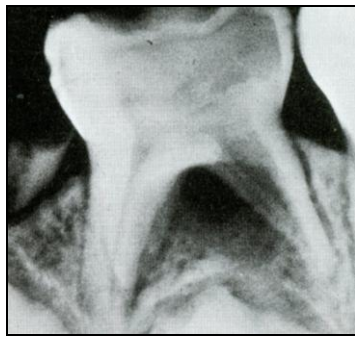


Fig.3. Lesión radiolúcida (7).

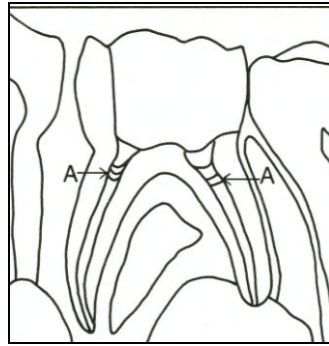


Fig.4. Puentes dentinarios (A) (7).

Exfoliación temprana de molares pulpotomizados: existe controversia en la literatura actual (26,84) sobre el efecto de las pulpotomías en la exfoliación de los molares temporales. Algunos investigadores no encuentran diferencias estadísticamente significativas entre la duración en boca de los dientes temporales sanos y los pulpotomizados. Otros, considera que la exfoliación ocurre de seis a doce meses antes que la norma y que la pulpotomía aumenta la reabsorción fisiológica del diente temporal.

Vargas y Packham (26) investigaron en 2005 la asociación de los hallazgos radiológicos de molares pulpotomizados con el momento de su caída fisiológica, encontrando que el 10% de los molares tratados con formocresol se exfoliaron prematuramente y que la probabilidad aumenta para los molares que han presentado más de un hallazgo patológico en las radiografías de control.

Kurji y cols. (84) encontraron que el 30% de dientes en los que se efectuó pulpotomía al formocresol (aplicado durante un minuto) se exfoliaron prematuramente y que el 6% se exfolió más tarde que el contralateral no pulpotomizado.

HIPÓTESIS Y JUSTIFICACIÓN

3. HIPÓTESIS Y JUSTIFICACIÓN

El formocresol ha sido considerado la “regla de oro” en el tratamiento pulpar en dentición temporal, siendo el medicamento más utilizado durante las últimas décadas. Sin embargo, se ha comprobado que tiene efectos tóxicos, potencial carcinogénico, sensibilización inmune, citotoxicidad y mutagenidad (21,22).

Debido a estos inconvenientes, se ha buscado una técnica alternativa que proporcione resultados similares a los de la pulpotomía con formocresol. Además, en España actualmente no se comercializa este fármaco (Anexo 3), por lo cual resulta necesario estudiar la respuesta de otros medicamentos.

Diversos autores han publicado que el sulfato férrico presenta un éxito clínico y radiográfico similar al formocresol cuando se utiliza como fármaco en la pulpotomía de dientes temporales. Por tanto, nos propusimos evaluar comparativamente los hallazgos radiográficos en pulpotomías realizadas con formocresol y con sulfato férrico en el Título Propio de Magíster en Odontopediatría de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid.

El presente trabajo surge ante la necesidad de analizar la respuesta radiográfica de los molares temporales en los que se ha realizado una pulpotomía mediante estas dos diferentes técnicas.

OBJETIVOS

4. OBJETIVOS

1. Evaluar si la **respuesta radiográfica** del sulfato férrico es similar a la del formocresol cuando son empleados en la técnica de pulpotomía en molares temporales.
2. Estudiar los **signos radiográficos** favorables o desfavorables en las pulpotomías realizadas con sulfato férrico y formocresol.
3. **Comparar** los resultados radiográficos obtenidos.
4. Determinar si es adecuado utilizar **sulfato férrico** como sustituto del formocresol en la realización de pulpotomías.

MATERIAL Y MÉTODO

5. MATERIAL Y MÉTODO

5.1. Universo del estudio.

Expedientes de pacientes del “Magíster en Odontopediatría” de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid que acudían a recibir tratamiento. Se incluyeron un total de 664 pacientes.

5.2. Muestra.

Se realizó un muestreo de conveniencia en la selección de las radiografías de aleta de mordida o periapicales de primeros y segundos molares temporales, tanto superiores como inferiores, en los que se había realizado el tratamiento que íbamos a estudiar: pulpotomía al formocresol o al sulfato férrico.

Los molares temporales seleccionados habían recibido tratamiento de pulpotomía con la siguiente técnica:

- Administración de anestesia local y aislamiento completo con dique de goma.
- Tallado del molar y adaptación de la corona preformada.
- Apertura de la cavidad mediante instrumento rotatorio de alta velocidad y eliminación total de la caries a baja velocidad, con fresa redonda grande en el techo de la cámara.
- Destechamiento con instrumento rotatorio a alta velocidad, eliminando el techo de la cámara pulpar de forma completa desde un cuerno pulpar a otro.
- Amputación de la pulpa cameral mediante instrumento rotatorio de baja velocidad con fresa redonda grande, dejando una sección nítida y sin desgarros de los muñones pulpares en el inicio de la pulpa radicular.
- Lavado de la cámara pulpar con agua y secado con bolita de algodón.
- Compresión suave de los muñones pulpares mediante bolita de algodón para conseguir hemostasia.
- Comprobación visual de la hemostasia de los muñones pulpares y de la integridad del suelo cameral.

- Aplicación sobre los muñones pulpares de un algodón ligeramente humedecido en el medicamento (formocresol o sulfato férrico) durante tres a cinco minutos:
 - Formocresol 1:5 (Fórmula magistral; solución de Buckley diluida al 1:5).
 - Sulfato férrico al 20% (Viscostat® Ultradent).
- Eliminación del algodón y limpieza de todos los restos existentes en la cámara pulpar mediante lavado suave con agua y una bolita de algodón, evitando provocar nuevamente sangrado.
- Colocación de una mezcla de óxido de zinc-eugenol reforzado con polímero (polimetilmetacrilato) en la cámara pulpar (IRM ®).
- Retirada del sistema de aislamiento completo.
- Cementado de la corona metálica preformada, previamente adaptada, con cemento de vidrio ionómero autopolimerizable (Ketac-cem ®).
- Limpieza de restos del cemento una vez fraguado mediante cucharilla, seda interproximal y cepillo de profilaxis.
- Comprobación de la oclusión.

La muestra así seleccionada debía cumplir los siguientes criterios de inclusión, descartando aquellos que presentaban alguno de los criterios de exclusión:

▪ Criterios de inclusión

- Registros radiográficos (aleta de mordida o periapicales) pertenecientes a 1º y 2º molares temporales superiores e inferiores en los que se hubieran realizado pulpotomías con formocresol o con sulfato férrico.
- Registros radiográficos de molares pulpotomizados con un tiempo de seguimiento de al menos 1 mes después del tratamiento de pulpotomía.
- Todos los registros seleccionados tenían, al menos, una radiografía anterior al tratamiento, en la que no se observaban signos previos de patología pulpo-periodontal en el molar tratado.
- Historias clínicas con modelo de consentimiento informado firmado por los padres o tutores del paciente.

▪ Criterios de exclusión

- Todos aquellos registros radiográficos que no tuvieran suficiente calidad y en los que no se conociera el fármaco empleado.
- Pacientes con alergias.
- Pacientes con patología sistémica severa.
- Pacientes bajo tratamiento farmacológico.

5.2. Material.

Para la elaboración de la presente investigación se empleó el siguiente material:

- Radiografías de aleta de mordida o periapicales de suficiente calidad, de pulpotomías realizadas en molares temporales, pertenecientes a historias clínicas de pacientes del Magíster de Odontopediatría de la UCM.
- Las radiografías fueron escaneadas en el aula de informática de la Facultad de Odontología mediante escáner digital marca Epson ScanJet 7400® y el programa informático VueScan 9 X 32 ®, modo transparencia y resolución 600 dpi (Imagen 1). Se empleó en todos los casos el mismo equipo.

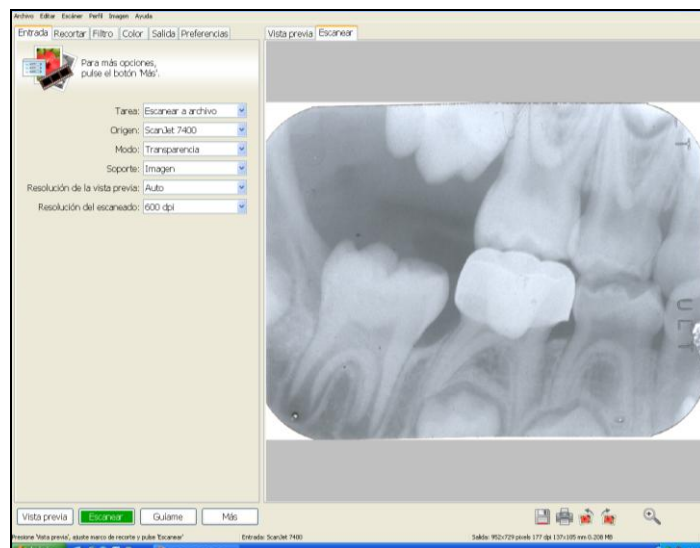


Imagen 1: Programa informático para el escaneado de las radiografías.

- La evaluación de las imágenes se llevó a cabo con un ordenador portátil Acer Travel Mate 290 ®.
- Se proporcionó una tabla impresa para la evaluación de pulpotomías (Anexo 4).

5.4. Método.

El método empleado en el presente trabajo es el que se describe a continuación:

En primer lugar, se realizó la selección de los registros radiográficos de las historias clínicas de Magíster de Odontopediatría. Para ello, se obtuvo un listado de los 644 pacientes infantiles que acudían a recibir tratamiento odontológico. A partir de éste, se realizó una selección aleatoria de 209 historias clínicas.

El mismo investigador evaluó las historias seleccionadas, de las que obtuvo 79 registros radiográficos de molares temporales que cumplían los criterios de inclusión. Las radiografías fueron entonces escaneadas en el aula de informática de la Facultad de Odontología. Se empleó en todos los casos el mismo escáner (Epson ScanJet 7400®) y el programa informático VueScan 9 X 32®.

Posteriormente, se asignó aleatoriamente un número (del 1 al 79) para cada molar a evaluar y las imágenes fueron codificadas para ocultar los datos relativos a los pacientes, así como la técnica de pulpotomía empleada en cada caso.

Las imágenes escaneadas y codificadas se mostraron a dos investigadores previamente calibrados. Cada uno disponía de un ordenador portátil donde evaluar detenidamente cada una de las imágenes y completar la tabla “Evaluación de pulpotomías” (Anexo 4).

Criterios de evaluación:

- ❖ Reabsorción radicular interna: se consideró que no existía reabsorción interna patológica si la anatomía de los conductos radiculares y el área interradicular del

molar presentaba una morfología normal y un proceso de reabsorción radicular fisiológico. Sin embargo, se contabilizaron por separado aquellos casos en los que dicha reabsorción parecía estar aumentada. Por último, se consideró patológica en imágenes radiolúcidas con agrandamiento irregular del contorno del conducto.

- ❖ Reabsorción radicular externa: se consideró que no existía reabsorción patológica si la anatomía de las raíces y el área interradicular presentaba una morfología normal y un proceso de reabsorción radicular fisiológico. Sin embargo, se contabilizaron por separado aquellos casos en los que esta reabsorción parecía estar aumentada. Por último, se consideró patológica en las imágenes radiolúcidas con reabsorción irregular del contorno de las raíces.
- ❖ Lesión radiolúcida de la furca radicular y/o ensanchamiento patológico del ligamento periodontal: se consideró que no existía lesión en la furca si la anatomía del área interradicular era normal. Sin embargo, se contabilizaron por separado aquellos casos en los que la reabsorción fisiológica parecía estar aumentada. Por último, se consideraron como lesión radiolúcida patológica aquellas imágenes radiolúcidas a nivel de la bifurcación o trifurcación radicular y/o el ensanchamiento del contorno del ligamento periodontal.
- ❖ Puente dentinario: se consideró la formación de puente dentinario si se determinaba una imagen radiológica de estenosis parcial o reducción del diámetro interno a lo largo de los conductos radiculares. Si no se podía confirmar, se consideró que no se formaba puente dentinario.

Dos investigadores distintos, experimentados y previamente calibrados, realizaron el análisis de las imágenes por separado, para evaluar de forma fiable la concordancia inter-examinador, reduciendo así posibles errores en la investigación (85).

5.4. Análisis estadístico.

El análisis estadístico de los datos se realizó con el programa SPSS 19.0 para Windows. Se hallaron las tablas de contingencia para la relación entre variables cualitativas y el Test de la chi cuadrado (χ^2) para contrastar la independencia o influencia entre dos variables cualitativas, utilizando el test de la chi cuadrado de Pearson (86). Todas las pruebas fueron realizadas al 95% de confianza.

RESULTADOS

6. RESULTADOS

El universo del estudio estuvo formado por setenta y nueve radiografías de aleta de mordida o periapicales de molares temporales en los que se había realizado una pulpotomía. De estos, cuarenta y un molares habían recibido tratamiento de pulpotomía al formocresol y treinta y ocho, con sulfato férrico (Gráfico 1).

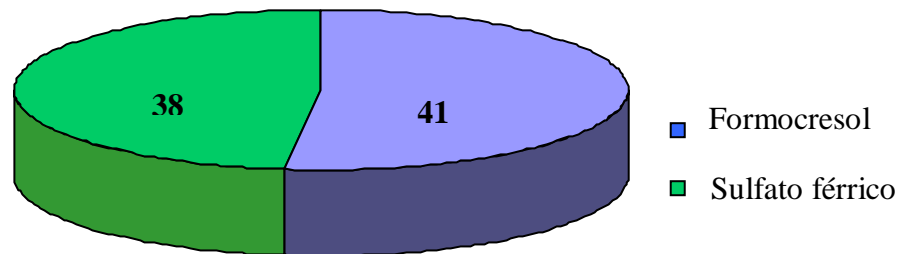


Gráfico 1. Distribución de la muestra según el fármaco empleado.

La muestra estuvo formada por cuarenta primeros molares y treinta y nueve segundos molares (Gráfico 2). De la totalidad de la muestra, diecinueve eran molares superiores y sesenta eran inferiores (Gráfico 3).

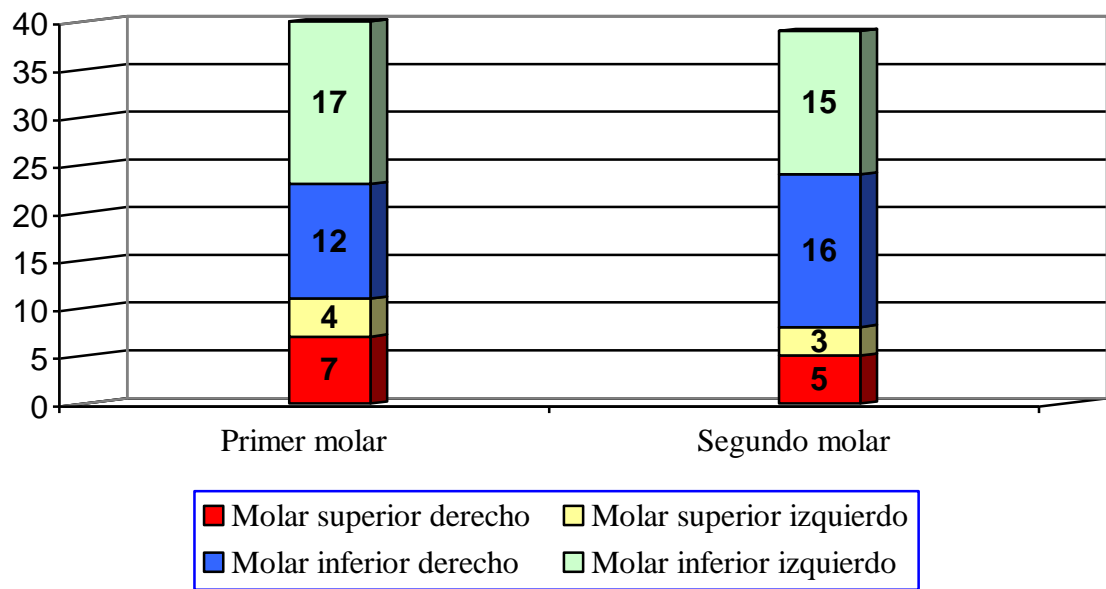


Gráfico 2. Distribución de la muestra según fuesen primeros o segundos molares temporales.

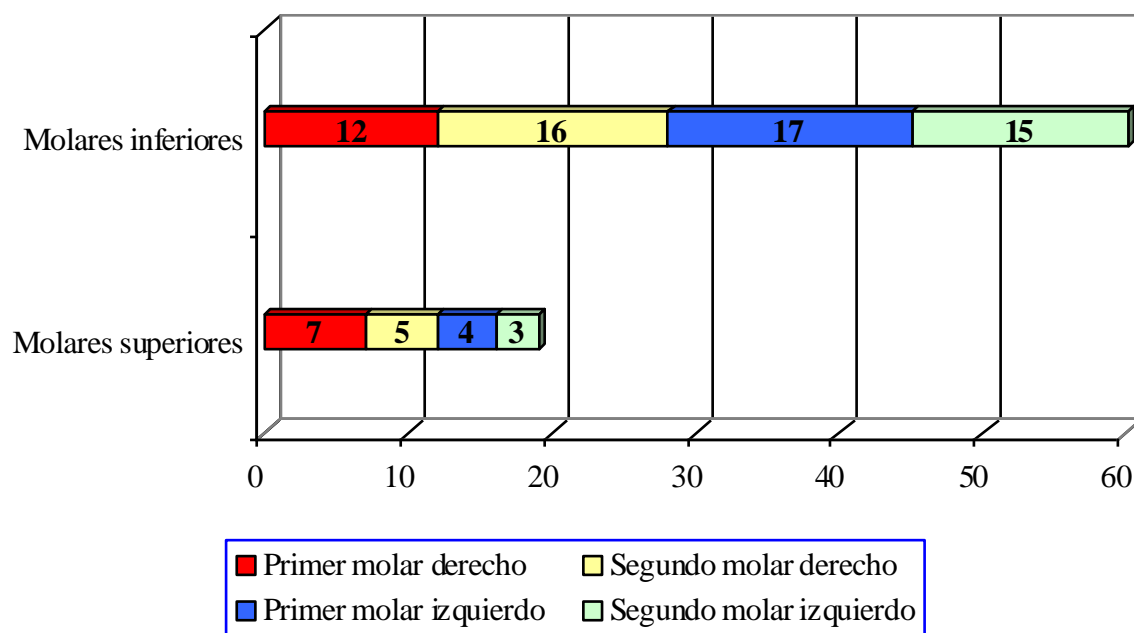


Gráfico 3. Distribución de la muestra de molares temporales según arcada.

RESULTADOS

La Tabla 1 recoge los datos de la muestra distribuidos por arcada, hemiarcada, primer o segundo molar temporal y fármaco utilizado en la pulpotomía.

	1 ^{os} molares temporales				2 ^{os} molares temporales				TOTAL
	Derechos		Izquierdos		Derechos		Izquierdos		
	FC	SF	FC	SF	FC	SF	FC	SF	
Maxilares	4	3	1	3	3	2	2	1	19
Mandibulares	7	5	7	10	11	5	6	9	60
TOTAL	11	8	8	13	14	7	8	10	79

Tabla 1. Distribución de la muestra según arcada, hemiarcada, molar y fármaco empleado formocresol (FC) o sulfato férrico (SF).

El análisis de las radiografías estudiadas puso de manifiesto, en algunos casos, la presencia de hallazgos radiológicos patológicos. Se detectaron imágenes radiográficas de reabsorción radicular interna, externa, lesión de la furca radicular y/o ensanchamiento patológico del ligamento periodontal. Se determinó la presencia de puente dentinario o estenosis de la entrada de los conductos radiculares.

6.1. Reabsorción radicular interna.

En el 55,7% de los molares estudiados no se apreció reabsorción radicular interna, en el 1,3% se consideró que era fisiológica pero que estaba aumentada y en el 43% se consideró que era claramente patológica (Tabla 2).

			REABSORCIÓN RADICULAR INTERNA			Total
			NO	SI FISIOLOG	SI PATOL	
Fármaco	Formocresol	Recuento	26	1	14	41
		% dentro de Fármaco	63,4%	2,4%	34,1%	100,0%
		Residuos corregidos	1,4	1,0	-1,7	
	Sulfato Férrico	Recuento	18	0	20	38
		% dentro de Fármaco	47,4%	,0%	52,6%	100,0%
		Residuos corregidos	-1,4	-1,0	1,7	
Total		Recuento	44	1	34	79
		% dentro de Fármaco	55,7%	1,3%	43,0%	100,0%

Tabla 2. Tabla de contingencia Fármaco * Reabsorción radicular interna.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas al 95 % ($p= 0,182$) en la presencia de reabsorción radicular interna entre los dos fármacos (Tabla 3).

	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	0,182

Tabla 3. Pruebas de chi-cuadrado de Pearson.

RESULTADOS

Dentro del grupo de pulpotomías al formocresol, el 63,4% de los molares no presentó reabsorción radicular interna patológica, en el 2,4% se consideró fisiológica pero aumentada y en el 34,1% se consideró patológica.

En el grupo de pulpotomías al sulfato férrico, el 47,4% de los molares no presentó reabsorción radicular interna patológica y en el 52,6% se consideró patológica. En este grupo, no se encontró ningún caso de reabsorción fisiológica aumentada.

Por tanto, se detectó una elevada tendencia a la reabsorción radicular interna patológica en el grupo de pulpotomías realizadas con sulfato férrico respecto al grupo de pulpotomías realizadas con formocresol (Gráfico 4).

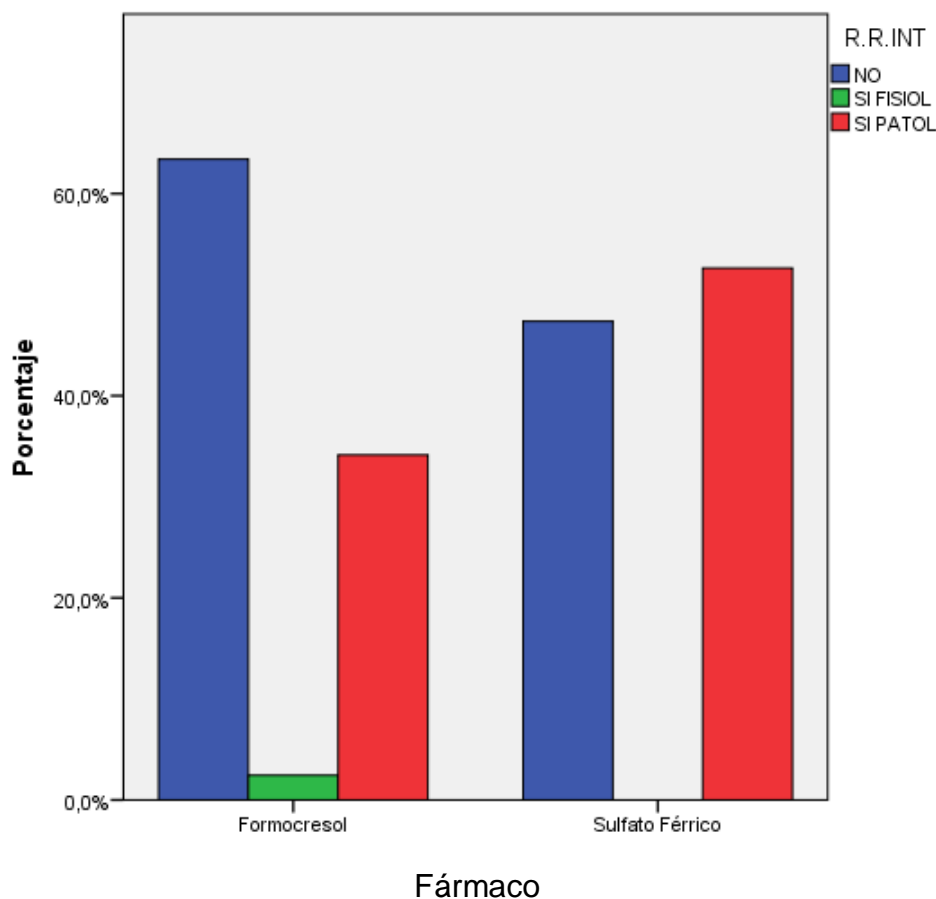


Gráfico 4. Representación gráfica de ausencia de reabsorción radicular interna, de reabsorción interna fisiológica aumentada o patológica.

6.2. Reabsorción radicular externa.

En el 54,4% de los molares estudiados no se observó reabsorción radicular externa, en el 11,4 % se consideró que la reabsorción externa era fisiológica pero aumentada y en el 34,2 % se consideró reabsorción externa patológica (Tabla 4).

			REABSORCIÓN RADICULAR EXTERNA			Total
			NO	SI FISIOL	SI PATOL	
Fármaco	Formocresol	Recuento	23	8	10	41
		% dentro de Fármaco	56,1%	19,5%	24,4%	100,0%
		Residuos corregidos	,3	2,4	-1,9	
	Sulfato Férrico	Recuento	20	1	17	38
		% dentro de Fármaco	52,6%	2,6%	44,7%	100,0%
		Residuos corregidos	-,3	-2,4	1,9	
Total		Recuento	43	9	27	79
		% dentro de Fármaco	54,4%	11,4%	34,2%	100,0%

Tabla 4. Tabla de contingencia Fármaco * Reabsorción radicular externa.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas al 95 % ($p= 0,025$) en la presencia de reabsorción radicular externa de los dos fármacos (Tabla 5).

	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	0,025

Tabla 5. Pruebas de chi-cuadrado de Pearson.

RESULTADOS

Dentro del grupo de pulpotomías al formocresol, el 56,1% de los molares no presentó reabsorción radicular externa patológica, en el 19,5% se consideró fisiológica pero aumentada y en el 24,4%, patológica.

En el grupo de pulpotomías al sulfato férrico, el 52,6% de los molares no presentó reabsorción radicular externa patológica, en el 2,6% se consideró fisiológica pero aumentada y en el 44,7%, patológica.

Por tanto, la presencia de reabsorción radicular externa patológica en el grupo del sulfato férrico fue mucho mayor de lo esperado (Gráfico 5), mientras que en el grupo del formocresol destacó la presencia de reabsorción radicular externa fisiológica.

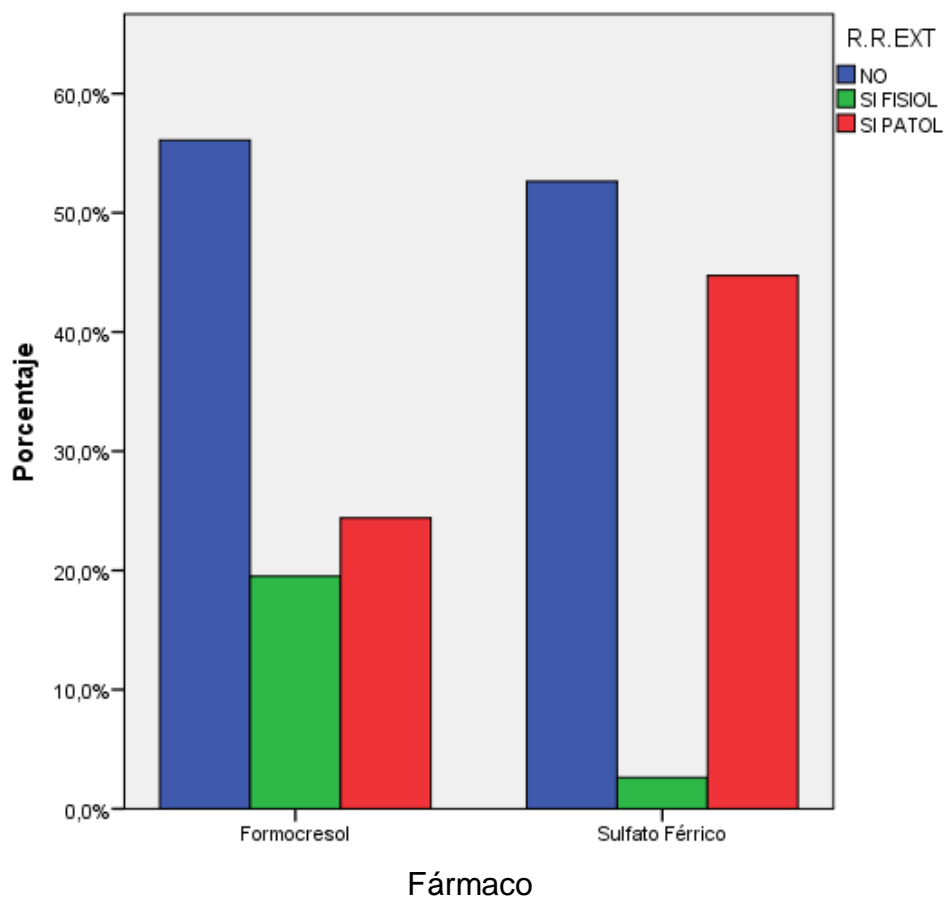


Gráfico 5. Representación gráfica de la ausencia de reabsorción radicular externa, de la presencia de reabsorción externa fisiológica aumentada o patológica.

6.3. Lesión radiolúcida de la furca radicular y/o ensanchamiento patológico del ligamento periodontal.

En el 41,8% del total de los casos no se determinó imagen radiolúcida interradicular ni perirradicular, en el 19 % se estimó que se trataba de una imagen fisiológica pero aumentada y en el 39,2 %, patológica (Tabla 6).

			LESIÓN RADIOLÚCIDA INTER/PERIRRADICULAR			Total
			NO	SI FISIOL	SI PATOL	
Fármaco	Formocresol	Recuento	19	8	14	41
		% dentro de Fármaco	46,3%	19,5%	34,1%	100,0%
		Residuos corregidos	,9	,1	-1,0	
	Sulfato Férrico	Recuento	14	7	17	38
		% dentro de Fármaco	36,8%	18,4%	44,7%	100,0%
		Residuos corregidos	-,9	-,1	1,0	
Total		Recuento	33	15	31	79
		% dentro de Fármaco	41,8%	19,0%	39,2%	100,0%

Tabla 6. Tabla de contingencia Fármaco * Lesión radiolúcida inter/perirradicular.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas al 95 % ($p= 0,606$) en la presencia de imagen radiolúcida inter y/o perirradicular entre los fármacos (Tabla 7).

	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	0,606

Tabla 7. Pruebas de chi-cuadrado de Pearson.

RESULTADOS

Dentro del grupo de pulpotomías al formocresol, el 46,3% de los molares no presentó imagen radiolúcida interradicular ni perirradicular, en el 19,5% se consideró fisiológica pero aumentada y en el 34,1% se consideró patológica.

En el grupo de pulpotomías al sulfato férrico, el 36,8% de los molares no presentó imagen radiolúcida interradicular ni perirradicular, en el 18,4% se consideró fisiológica pero aumentada y en el 44,7%, patológica.

Por tanto, se observó que la respuesta de los fármacos fue similar para cada uno de los aspectos analizados (Gráfico 6).

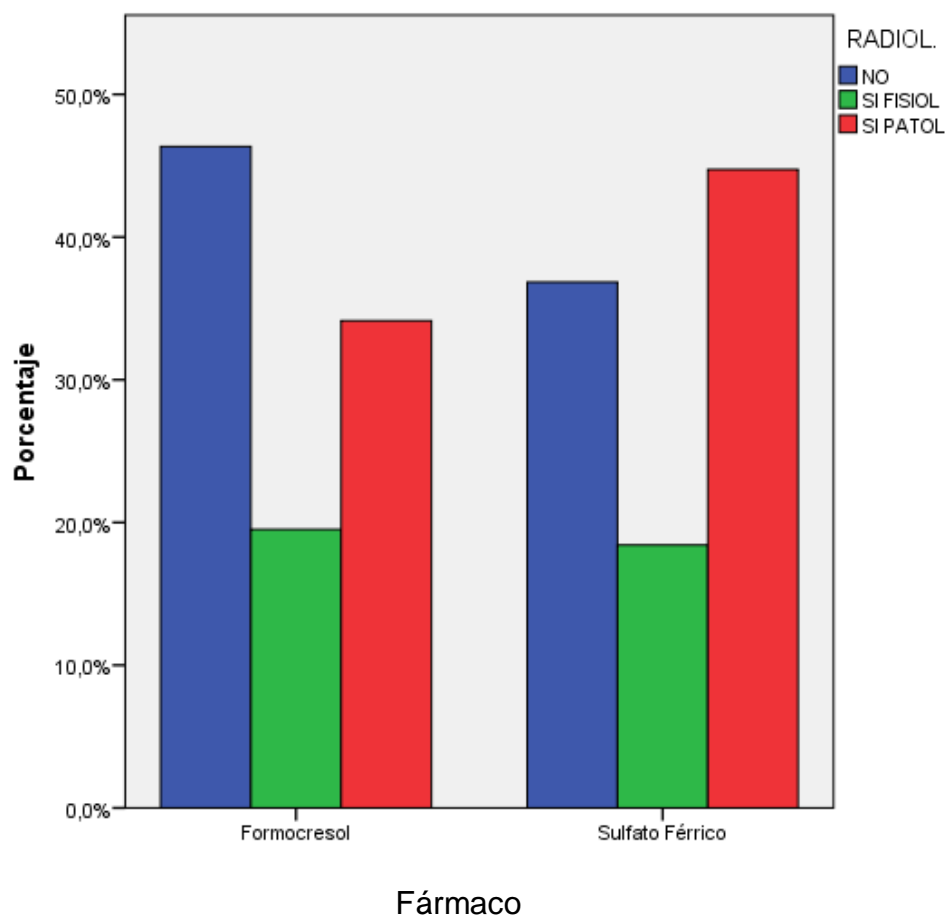


Gráfico 6. Representación gráfica de la ausencia de lesión radiolúcida de la furca radicular y/o ensanchamiento patológico del ligamento periodontal, de la presencia fisiológica aumentada o patológica.

6.4. Puente dentinario.

En el 97,5% del total de los casos no se observó imagen de obliteración parcial del conducto y sí presencia de puente dentinario en sólo dos casos, es decir, en el 2,5% del total de la muestra (Tabla 8).

			PUENTE DENTINARIO		Total
			NO	SI	
Fármaco	Formocresol	Recuento	41	0	41
		% dentro de Fármaco	100,0%	,0%	100,0%
		Residuos corregidos	1,5	-1,5	
	Sulfato Férrico	Recuento	36	2	38
		% dentro de Fármaco	94,7%	5,3%	100,0%
		Residuos corregidos	-1,5	1,5	
Total		Recuento	77	2	79
		% dentro de Fármaco	97,5%	2,5%	100,0%

Tabla 8. Tabla de contingencia Fármaco * Puente dentinario.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas al 95 % ($p = 0,137$) en la presencia de puente dentinario entre los fármacos (Tabla 9).

	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	0,137

Tabla 9. Pruebas de chi-cuadrado de Pearson.

Sin embargo, los dos casos en los que existía puente dentinario pertenecían al grupo del sulfato férrico; el 94,7% de los molares de éste grupo no presentaba imagen de obliteración del conducto y el 5,3% sí lo presentaba. (Gráfico 7).

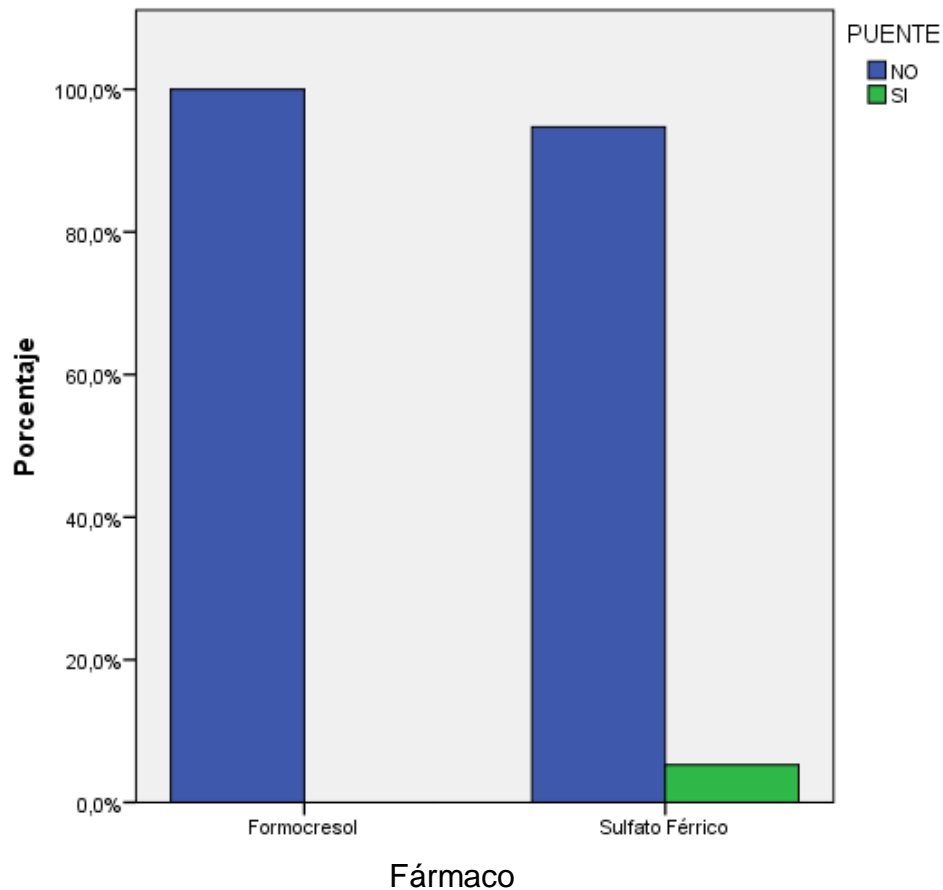


Gráfico 7. Representación gráfica de ausencia o presencia de puente dentinario.

6.5. Hallazgos radiográficos en cada molar según la técnica.

▪ Primer molar temporal superior derecho (5.4.)

De la totalidad de la muestra, siete eran primeros molares temporales superiores derechos.

• **Reabsorción radicular interna.**

En el 57,1% de estos casos se observó que no existía reabsorción interna patológica, mientras que en el 42,9% sí se halló.

De los cuatro molares del grupo control (formocresol) dos no mostraron reabsorción interna patológica y dos sí; y de los tres molares del grupo experimental (sulfato férrico), dos no mostraron reabsorción interna patológica y uno sí (Tabla 9).

	FÁRMACO				TOTAL EN LA MUESTRA	
	FORMOCRESOL		SULFATO FÉRRICO			
Reabs. radicular interna	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% fármacos
NO	2	50%	2	66,7%	4	57,1%
SI FISIOL	0	0%	0	0%	0	0%
SI PATOL	2	50%	1	33,3%	3	42,9%
Total	4	100%	3	100%	7	100%

Tabla 9. Tabla de contingencia del molar 5.4.

Fármaco * Reabsorción radicular interna.

- **Reabsorción radicular externa.**

En el 14,3% de estos casos no se observó reabsorción radicular externa patológica, en el 28,6% se observó que era fisiológica aumentada y en el 57,1% se consideró patológica.

De los cuatro molares del grupo control (formocresol) ninguno mostró reabsorción externa patológica, uno mostró reabsorción externa fisiológica aumentada y tres mostraron reabsorción externa patológica; y de los tres molares del grupo experimental (sulfato férrico), uno no mostró reabsorción externa patológica, uno mostró reabsorción externa fisiológica aumentada y otro mostró reabsorción externa patológica (Tabla 10).

	FÁRMACO				TOTAL EN LA MUESTRA	
	FORMOCRESOL		SULFATO FÉRRICO			
Reabs. radicular externa	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% fármacos
NO	0	0%	1	33,3%	1	14,3%
SI FISIOL	1	25%	1	33,3%	2	28,6%
SI PATOL	3	75%	1	33,3%	4	57,1%
Total	4	100%	3	100%	7	100%

Tabla 10. Tabla de contingencia del molar 5.4.
Fármaco * Reabsorción radicular externa.

- **Lesión radiolúcida inter/perirradicular.**

En el 28,6% de estos casos no se observó imagen radiolúcida interradicular ni perirradicular, en el 14,3% se observó una imagen radiolúcida interradicular/perirradicular fisiológica pero aumentada y en el 57,1% se observó una imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica.

RESULTADOS

De los cuatro molares del grupo control (formocresol) uno no mostró imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica y tres mostraron imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica; y de los tres molares del grupo experimental (sulfato férrico), uno no mostró imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica, otro mostró imagen radiolúcida inter/perirradicular fisiológica aumentada y el último mostró imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica (Tabla 11).

	FÁRMACO				TOTAL EN LA MUESTRA	
	FORMOCRESOL		SULFATO FÉRRICO			
Lesión radiolúcida	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% fármacos
NO	1	25%	1	33,3%	2	28,6%
SI FISIOL	0	0%	1	33,3%	1	14,3%
SI PATOL	3	75%	1	33,3%	4	57,1%
Total	4	100%	3	100%	7	100%

Tabla 11. Tabla de contingencia del molar 5.4.
Fármaco * Radiolucidez inter/perirradicular.

- **Puente dentinario.**

En ninguno de los casos se observó la formación de puente dentinario.

▪ **Segundo molar temporal superior derecho (5.5.)**

De la totalidad de la muestra, cinco eran segundos molares temporales superiores derechos.

• **Reabsorción radicular interna.**

En el 60% de estos casos se observó que no existía reabsorción interna patológica, mientras que en el 40% sí se halló.

De los tres molares del grupo control (formocresol), ninguno mostró reabsorción interna patológica y de los dos molares del grupo experimental (sulfato férrico), ambos mostraron reabsorción interna patológica (Tabla 12).

	FÁRMACO				TOTAL EN LA MUESTRA	
	FORMOCRESOL		SULFATO FÉRRICO			
Reabs. radicular interna	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% fármacos
NO	3	100%	0	0%	3	60%
SI FISIOL	0	0%	0	0%	0	0%
SI PATOL	0	0%	2	100%	2	40%
Total	3	100%	2	100%	5	100%

Tabla 12. Tabla de contingencia del molar 5.5
Fármaco * Reabsorción radicular interna.

• **Reabsorción radicular externa.**

En el 20% de estos casos no se observó reabsorción radicular externa patológica, en el 40% se observó reabsorción externa fisiológica aumentada y en el 40% se observó reabsorción externa patológica.

RESULTADOS

De los tres molares del grupo control (formocresol) uno no mostró reabsorción externa patológica y dos mostraron reabsorción externa fisiológica aumentada; y los dos molares del grupo experimental (sulfato férrico) mostraron reabsorción externa patológica (Tabla 13).

	FÁRMACO				TOTAL EN LA MUESTRA	
	FORMOCRESOL		SULFATO FÉRRICO			
Reabs. radicular externa	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% fármacos
NO	1	33,3%	0	100%	1	20%
SI FISIOL	2	66,7%	0	0%	2	40%
SI PATOL	0	0%	2	0%	2	40%
Total	3	100%	2	100%	5	100%

Tabla 13. Tabla de contingencia del molar 5.5
Fármaco * Reabsorción radicular externa.

- **Lesión radiolúcida inter/perirradicular.**

En el 40% de estos casos no se observó imagen radiolúcida interradicular ni perirradicular, en otro 40% se observó una imagen radiolúcida interradicular/perirradicular fisiológica pero aumentada y en el 20% se observó una imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica.

De los tres molares del grupo control (formocresol) uno no mostró imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica y dos mostraron imagen radiolúcida inter/perirradicular fisiológica aumentada; y de los dos molares del grupo experimental (sulfato férrico), uno no mostró imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica y otro mostró imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica (Tabla 14).

	FÁRMACO				TOTAL EN LA MUESTRA	
	FORMOCRESOL		SULFATO FÉRRICO			
Lesión radiolúcida	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% fármacos
NO	1	33,3%	1	50%	2	40%
SI FISIOL	2	66,7%	0	0%	2	40%
SI PATOL	0	0%	1	50%	1	20%
Total	3	100%	2	100%	5	100%

Tabla 14. Tabla de contingencia del molar 5.5.
Fármaco * Lesión radiolúcida inter/perirradicular.

- **Puente dentinario.**

En ninguno de los casos se observó la formación de puente dentinario.

Primer molar temporal superior izquierdo (6.4.)

De la totalidad de la muestra, cuatro eran primeros molares temporales superiores izquierdos.

- **Reabsorción radicular interna.**

En el 50% de estos casos se observó que no existía reabsorción interna patológica y en el otro 50% sí se halló. Un molar pertenecía al grupo control (formocresol) y no mostró reabsorción interna patológica; y de los tres molares del grupo experimental (sulfato férrico), uno no mostró reabsorción interna patológica y dos sí (Tabla 15).

	FÁRMACO				TOTAL EN LA MUESTRA	
	FORMOCRESOL		SULFATO FÉRRICO			
Reabs. radicular interna	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% fármacos
NO	1	100%	1	33,3%	2	50%
SI FISIOL	0	0%	0	0%	0	0%
SI PATOL	0	0%	2	66,7%	2	50%
Total	1	100%	3	100%	4	100%

Tabla 15. Tabla de contingencia del molar 6.4.
Fármaco * Reabsorción radicular interna.

- **Reabsorción radicular externa.**

En todos estos casos se observó reabsorción radicular externa patológica, tanto el molar del grupo control (formocresol) como los tres molares del grupo experimental (sulfato férrico) (Tabla 16).

	FÁRMACO				TOTAL EN LA MUESTRA	
	FORMOCRESOL		SULFATO FÉRRICO			
Reabs. radicular externa	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% fármacos
NO	0	100%	0	100%	0	0%
SI FISIOL	0	0%	0	0%	0	0%
SI PATOL	1	0%	3	0%	4	100%
Total	1	100%	3	100%	4	100%

Tabla 16. Tabla de contingencia del molar 6.4.
Fármaco * Reabsorción radicular externa.

- **Lesión radiolúcida inter/perirradicular.**

En el 25% de estos casos no se observó imagen radiolúcida interradicular ni perirradicular y en el 75% se observó una imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica. El molar del grupo control (formocresol) mostró imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica; y de los tres molares del grupo experimental (sulfato férrico), uno no mostró imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica y los otros dos sí la mostraron (Tabla 17).

	FÁRMACO				TOTAL EN LA MUESTRA	
	FORMOCRESOL		SULFATO FÉRRICO			
Lesión radiolúcida	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% fármacos
NO	0	0%	1	33,3%	1	25%
SI FISIOL	0	0%	0	0%	0	0%
SI PATOL	1	100%	2	66,7%	3	75%
Total	1	100%	3	100%	4	100%

Tabla 17. Tabla de contingencia del molar 6.4.
Fármaco * Lesión radiolúcida inter/perirradicular.

- **Puente dentinario.**

En ninguno de los casos se observó la formación de puente dentinario.

- **Segundo molar temporal superior izquierdo (6.5.)**

De la totalidad de la muestra, tres eran segundos molares temporales superiores izquierdos.

- **Reabsorción radicular interna.**

En el 66,7% de estos casos se observó que no existía reabsorción interna patológica, mientras que en el 33,3% sí se halló.

De los dos molares del grupo control (formocresol) ninguno mostró reabsorción interna patológica; y el molar del grupo experimental (sulfato férrico) mostró reabsorción interna patológica (Tabla 18).

	FÁRMACO				TOTAL EN LA MUESTRA	
	FORMOCRESOL		SULFATO FÉRRICO			
Reabs. radicular interna	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% fármacos
NO	2	100%	0	0%	2	66,7%
SI FISIOL	0	0%	0	0%	0	0%
SI PATOL	0	0%	1	100%	1	33,3%
Total	2	100%	1	100%	3	100%

Tabla 18. Tabla de contingencia del molar 6.5.
Fármaco * Reabsorción radicular interna.

- **Reabsorción radicular externa.**

En el 66,7% de estos casos no se observó reabsorción radicular externa patológica y en el 33,3% se observó reabsorción externa patológica. Ninguno de los dos molares del grupo control (formocresol) mostró reabsorción externa patológica; mientras que el molar perteneciente al grupo experimental (sulfato férrico) mostró reabsorción externa patológica (Tabla 19).

	FÁRMACO				TOTAL EN LA MUESTRA	
	FORMOCRESOL		SULFATO FÉRRICO			
Reabs. radicular externa	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% fármacos
NO	2	100%	0	0%	2	66,7%
SI FISIOL	0	0%	0	0%	0	0%
SI PATOL	0	0%	1	100%	1	33,3%
Total	2	100%	1	100%	3	100%

Tabla 19. Tabla de contingencia del molar 6.5.
Fármaco * Reabsorción radicular externa.

- **Lesión radiolúcida inter/perirradicular.**

En el 33,3% de estos casos no se observó imagen radiolúcida interradicular ni perirradicular, en otro 33,3% se observó una imagen radiolúcida interradicular/perirradicular fisiológica pero aumentada y en el 33,3% restante se observó una imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica.

De los dos molares del grupo control (formocresol) uno no mostró imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica y otro mostró imagen radiolúcida inter/perirradicular fisiológica aumentada; y el molar del grupo experimental (sulfato férrico) mostró imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica (Tabla 20).

	FÁRMACO				TOTAL EN LA MUESTRA	
	FORMOCRESOL		SULFATO FÉRRICO			
Lesión radiolúcida	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% fármacos
NO	1	50%	0	0%	1	33,3%
SI FISIOL	1	50%	0	0%	1	33,3%
SI PATOL	0	0%	1	100%	1	33,3%
Total	2	100%	1	100%	3	100%

Tabla 20. Tabla de contingencia del 6.5.
Fármaco * Lesión radiolúcida inter/perirradicular.

- **Puente dentinario.**

En ninguno de los casos se observó la formación de puente dentinario.

- **Primer molar temporal inferior izquierdo (7.4.)**

De la totalidad de la muestra, diecisiete eran primeros molares temporales inferiores izquierdos.

- **Reabsorción radicular interna.**

En el 52,9% de estos casos se observó que no existía reabsorción interna patológica, mientras que en el 47,1% sí se halló. De los siete molares del grupo control (formocresol) cinco no mostraron reabsorción interna patológica y dos sí; y de los diez molares del grupo experimental (sulfato férrico), cuatro no mostraron reabsorción interna patológica y seis sí (Tabla 21).

	FÁRMACO				TOTAL EN LA MUESTRA	
	FORMOCRESOL		SULFATO FÉRRICO			
Reabs. radicular interna	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% fármacos
NO	5	71,4%	4	40%	9	52,9%
SI FISIOL	0	0%	0	0%	0	0%
SI PATOL	2	28,6%	6	60%	8	47,1%
Total	7	100%	10	100%	17	100%

Tabla 21. Tabla de contingencia del molar 7.4.
Fármaco * Reabsorción radicular interna.

- **Reabsorción radicular externa.**

En el 64,7% de estos casos no se observó reabsorción radicular externa patológica, en el 5,9% se observó reabsorción externa fisiológica aumentada y en el 29,4% se observó reabsorción externa patológica.

De los siete molares del grupo control (formocresol) cuatro no mostraron reabsorción externa patológica, uno mostró reabsorción externa fisiológica aumentada y dos mostraron reabsorción externa patológica; y de los diez molares del grupo experimental (sulfato férrico), siete no mostraron reabsorción externa patológica, y tres mostraron reabsorción externa patológica (Tabla 22).

	FÁRMACO				TOTAL EN LA MUESTRA	
	FORMOCRESOL		SULFATO FÉRRICO			
Reabs. radicular externa	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% fármacos
NO	4	57,1%	7	70%	11	64,7%
SI FISIOL	1	14,3%	0	0%	1	5,9%
SI PATOL	2	28,6%	3	30%	5	29,4%
Total	7	100%	10	100%	17	100%

Tabla 22. Tabla de contingencia del molar 7.4.
Fármaco * Reabsorción radicular externa.

- **Lesión radiolúcida inter/periradicular.**

En el 47,1% de estos casos no se observó imagen radiolúcida interradicular ni perirradicular, en el 11,8% se observó una imagen radiolúcida interradicular/perirradicular fisiológica pero aumentada y en el 41,2% se observó una imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica.

De los siete molares del grupo control (formocresol) cuatro no mostraron imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica y tres sí la mostraron; y de los diez molares del grupo experimental (sulfato férrico), cuatro no mostraron imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica, dos mostraron imagen radiolúcida inter/perirradicular fisiológica aumentada y otros cuatro mostraron imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica (Tabla 23).

	FÁRMACO				TOTAL EN LA MUESTRA	
	FORMOCRESOL		SULFATO FÉRRICO			
Lesión radiolúcida	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% fármacos
NO	4	57,1%	4	40%	8	47,1%
SI FISIOL	0	0%	2	20%	2	11,8%
SI PATOL	3	42,9%	4	40%	7	41,2%
Total	7	100%	10	100%	17	100%

Tabla 23. Tabla de contingencia del molar 7.4.
Fármaco * Lesión radiolúcida inter/perirradicular.

- **Puente dentinario.**

En ninguno de los casos se observó la formación de puente dentinario.

▪ **Segundo molar temporal inferior izquierdo (7.5.)**

De la totalidad de la muestra, quince eran segundos molares temporales inferiores izquierdos.

- **Reabsorción radicular interna.**

En el 46,7% de estos casos se observó que no existía reabsorción interna patológica, mientras que en el 53,3% sí se halló.

De los seis molares del grupo control (formocresol) dos no mostraron reabsorción interna patológica y cuatro sí; y de los nueve molares del grupo

experimental (sulfato férrico), cinco no mostraron reabsorción interna patológica y cuatro sí (Tabla 24).

	FÁRMACO				TOTAL EN LA MUESTRA	
	FORMOCRESOL		SULFATO FÉRRICO			
Reabs. radicular interna	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% fármacos
NO	2	33,3%	5	55,6%	7	46,7%
SI FISIOL	0	0%	0	0%	0	0%
SI PATOL	4	66,7%	4	44,4%	8	53,3%
Total	6	100%	9	100%	15	100%

Tabla 24. Tabla de contingencia del molar 7.5.
Fármaco * Reabsorción radicular interna.

- **Reabsorción radicular externa.**

En el 66,7% de estos casos no se observó reabsorción radicular externa patológica, en el 6,7% se observó reabsorción externa fisiológica aumentada y en el 26,7% se observó reabsorción externa patológica.

De los seis molares del grupo control (formocresol) cuatro no mostraron reabsorción externa patológica, uno mostró reabsorción externa fisiológica aumentada y otro mostró reabsorción externa patológica; y de los nueve molares del grupo experimental (sulfato férrico), seis no mostraron reabsorción externa patológica, y tres sí (Tabla 25).

	FÁRMACO				TOTAL EN LA MUESTRA	
	FORMOCRESOL		SULFATO FÉRRICO			
Reabs. radicular externa	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% fármacos
NO	4	66,7%	6	66,7%	10	66,7%
SI FISIOL	1	16,7%	0	0%	1	6,7%
SI PATOL	1	16,7%	3	33,3%	4	26,7%
Total	6	100%	9	100%	15	100%

Tabla 25. Tabla de contingencia del molar 7.5.
Fármaco * Reabsorción radicular externa.

- **Lesión radiolúcida inter/perirradicular.**

En el 53,3% de estos casos no se observó imagen radiolúcida interradicular ni perirradicular, en el 6,7 % se observó una imagen radiolúcida interradicular/perirradicular fisiológica pero aumentada y en el 40% se observó una imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica.

De los seis molares del grupo control (formocresol), cuatro no mostraron imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica y dos sí la mostraron; y de los nueve molares del grupo experimental (sulfato férrico), cuatro no mostraron imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica, uno mostró imagen radiolúcida inter/perirradicular fisiológica aumentada y otros cuatro mostraron imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica (Tabla 26).

RESULTADOS

	FÁRMACO				TOTAL EN LA MUESTRA	
	FORMOCRESOL		SULFATO FÉRRICO			
Lesión radiolúcida	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% fármacos
NO	4	66,7%	4	44,4%	8	53,3%
SI FISIOL	0	0%	1	11,1%	1	6,7%
SI PATOL	2	33,3%	4	44,4%	6	40%
Total	6	100%	9	100%	15	100%

Tabla 26. Tabla de contingencia del molar 7.5.
Fármaco * Lesión radiolúcida inter/perirradicular

- Puente dentinario.**

En el 93,3% de los casos no se observó la formación de puente dentinario y en el 6,7% sí se observó. No se observó la formación de puentes dentinarios en ninguno de los seis molares del grupo control (formocresol), mientras que sí se observó la formación de puente dentinario en uno de los nueve molares del grupo experimental (sulfato férrico) (Tabla 27).

	FÁRMACO				TOTAL EN LA MUESTRA	
	FORMOCRESOL		SULFATO FÉRRICO			
Puente dentinario	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% fármacos
NO	6	100%	8	88,9%	14	93,3%
SI	0	0%	1	11,1%	1	6,7%
Total	6	100%	9	100%	15	100%

Tabla 27. Tabla de contingencia del molar 7.5.
Fármaco * Puente dentinario.

▪ **Primer molar temporal inferior derecho (8.4.)**

De la totalidad de la muestra, doce eran primeros molares temporales inferiores derechos.

• **Reabsorción radicular interna.**

En el 25% de estos casos se observó que no existía reabsorción interna patológica, en el 8,3% se observó una reabsorción fisiológica aumentada y en el 66,7% se consideró patológica. De los siete molares del grupo control (formocresol) uno no mostró reabsorción interna patológica, uno mostró reabsorción radicular aumentada y cinco molares mostraron reabsorción interna patológica; y de los cinco molares del grupo experimental (sulfato férrico), dos no mostraron reabsorción interna patológica y tres sí (Tabla 28).

	FÁRMACO				TOTAL EN LA MUESTRA	
	FORMOCRESOL		SULFATO FÉRRICO			
Reabs. radicular interna	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% fármacos
NO	1	14,3%	2	40%	3	25%
SI FISIOL	1	14,3%	0	0%	1	8,3%
SI PATOL	5	71,4%	3	60%	8	66,7%
Total	7	100%	5	100%	12	100%

Tabla 28. Tabla de contingencia del 8.4.
Fármaco * Reabsorción radicular interna.

- **Reabsorción radicular externa.**

En el 41,7% de estos casos no se observó reabsorción radicular externa patológica, en el 16,7% se observó reabsorción externa fisiológica aumentada y en el 41,7% se observó reabsorción externa patológica.

De los siete molares del grupo control (formocresol) tres no mostraron reabsorción externa patológica, dos mostraron reabsorción externa fisiológica aumentada y otros dos mostraron reabsorción externa patológica; y de los cinco molares del grupo experimental (sulfato férrico), dos no mostraron reabsorción externa patológica, y tres sí (Tabla 29).

	FÁRMACO				TOTAL EN LA MUESTRA	
	FORMOCRESOL		SULFATO FÉRRICO			
Reabs. radicular externa	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% fármacos
NO	3	42,9%	2	40%	5	41,7%
SI FISIOL	2	28,6%	0	0%	2	16,7%
SI PATOL	2	28,6%	3	60%	5	41,7%
Total	7	100%	5	100%	12	100%

Tabla 29. Tabla de contingencia del molar 8.4.
Fármaco * Reabsorción radicular externa.

- **Lesión radiolúcida inter/perirradicular.**

En el 8,3% de estos casos no se observó imagen radiolúcida interradicular ni perirradicular, en el 33,3% se observó una imagen radiolúcida interradicular/perirradicular fisiológica pero aumentada y en el 58,3% se observó una imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica.

RESULTADOS

De los siete molares del grupo control (formocresol), tres mostraron imagen radiolúcida inter/perirradicular fisiológica aumentada y cuatro mostraron imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica; y de los cinco molares del grupo experimental (sulfato férrico), uno no mostró imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica, otro mostró imagen radiolúcida inter/perirradicular fisiológica aumentada y tres mostraron imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica (Tabla 30).

	FÁRMACO				TOTAL EN LA MUESTRA	
	FORMOCRESOL		SULFATO FÉRRICO			
Lesión radiolúcida	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% fármacos
NO	0	0%	1	20%	1	8,3%
SI FISIOL	3	42,9%	1	20%	4	33,3%
SI PATOL	4	57,1%	3	60%	7	58,3%
Total	7	100%	5	100%	12	100%

Tabla 30. Tabla de contingencia del 8.4.
Fármaco * Lesión radiolúcida inter/perirradicular.

- **Puente dentinario.**

En ninguno de los casos se observó la formación de puente dentinario

- **Segundo molar temporal inferior derecho (8.5.)**

De la totalidad de la muestra, dieciséis eran segundos molares temporales inferiores derechos.

- **Reabsorción radicular interna.**

En el 87,5% de estos casos se observó que no existía reabsorción interna patológica y en el 12,5% se consideró patológica. De los once molares del grupo control (formocresol) diez no mostraron reabsorción interna patológica y uno sí; y de los cinco molares del grupo experimental (sulfato férrico), cuatro no mostraron reabsorción interna patológica y uno sí (Tabla 31).

	FÁRMACO				TOTAL EN LA MUESTRA	
	FORMOCRESOL		SULFATO FÉRRICO			
Reabs. radicular interna	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% fármacos
NO	10	90,9%	4	80%	14	87,5%
SI FISIOL	0	0%	0	0%	0	0%
SI PATOL	1	9,1%	1	20%	2	12,5%
Total	11	100%	5	100%	16	100%

Tabla 31. Tabla de contingencia del molar 8.5.
Fármaco * Reabsorción radicular interna.

- **Reabsorción radicular externa.**

En el 81,3% de estos casos no se observó reabsorción radicular externa patológica, en el 6,3% se observó reabsorción externa fisiológica aumentada y en el 12,5% se observó reabsorción externa patológica.

De los once molares del grupo control (formocresol) nueve no mostraron reabsorción externa patológica, uno mostró reabsorción externa fisiológica aumentada y otro mostró reabsorción externa patológica; y de los cinco molares del grupo

experimental (sulfato férrico), cuatro no mostraron reabsorción externa patológica, y uno sí (Tabla 32).

	FÁRMACO				TOTAL EN LA MUESTRA	
	FORMOCRESOL		SULFATO FÉRRICO			
Reabs. radicular externa	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% fármacos
NO	9	81,8%	4	80%	13	81,3%
SI FISIOL	1	9,1%	0	0%	1	6,3%
SI PATOL	1	9,1%	1	20%	2	12,5%
Total	11	100%	5	100%	16	100%

Tabla 32. Tabla de contingencia del molar 8.5.
Fármaco * Reabsorción radicular externa.

- **Lesión radiolúcida inter/perirradicular.**

En el 62,5% de estos casos no se observó imagen radiolúcida interradicular ni perirradicular, en el 25% se observó una imagen radiolúcida interradicular/perirradicular fisiológica pero aumentada y en el 12,5% se observó una imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica.

De los once molares del grupo control (formocresol), ocho no mostraron imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica, dos mostraron imagen radiolúcida inter/perirradicular fisiológica aumentada y uno mostró imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica; y de los cinco molares del grupo experimental (sulfato férrico), dos no mostraron imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica, otros dos mostraron imagen radiolúcida inter/perirradicular fisiológica aumentada y uno mostró imagen radiolúcida inter/perirradicular patológica (Tabla 33).

	FÁRMACO				TOTAL EN LA MUESTRA	
	FORMOCRESOL		SULFATO FÉRRICO			
Lesión radiolúcida	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% fármacos
NO	8	72,7%	2	40%	10	62,5%
SI FISIOL	2	18,2%	2	40%	4	25%
SI PATOL	1	9,1%	1	20%	2	12,5%
Total	11	100%	5	100%	16	100%

Tabla 33. Tabla de contingencia del molar 8.5.
Fármaco * Lesión radiolúcida inter/perirradicular.

- **Puente dentinario.**

En el 93,8% de los casos no se observó la formación de puente dentinario y en el 6,3% sí se observó. No se observó la formación de puentes dentinarios en ninguno de los once molares del grupo control (formocresol), mientras que sí se observó la formación de puente dentinario en uno de los cinco molares del grupo experimental (sulfato férrico) (Tabla 34).

	FÁRMACO				TOTAL EN LA MUESTRA	
	FORMOCRESOL		SULFATO FÉRRICO			
Puente dentinario	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% en el fármaco	Recuento	% fármacos
NO	11	100%	4	80%	15	93,8%
SI	0	0%	1	20%	1	6,3%
Total	11	100%	5	100%	16	100%

Tabla 34. Tabla de contingencia del molar 8.5.
Fármaco * Puente dentinario.

DISCUSIÓN

7. DISCUSIÓN

La pulpotomía permite conservar dientes temporales vitales afectados por caries profundas, que de otra manera deberían ser extraídos. La técnica más extendida, considerada durante décadas la “regla de oro”, ha sido la pulpotomía al formocresol. Numerosos estudios han demostrado que este fármaco tiene propiedades de fijación adecuadas, que es efectivo a concentraciones diluidas y que produce un éxito clínico y radiológico superior al 90% (34,51). Sin embargo, en sucesivos trabajos clínicos e histológicos realizados durante los últimos años, se observó que el formocresol producía efectos secundarios nocivos importantes (51).

Diferentes investigaciones han empleado técnicas y materiales diversos que podrían resultar adecuados en los tratamientos de pulpotomías. Éstos, deberían permitir la conservación de la vitalidad en la pulpa radicular, favoreciendo la reabsorción fisiológica del diente temporal hasta su exfoliación. Sin embargo, el medicamento ideal aún no ha sido descrito (59). Por este motivo, se pretendía encontrar una técnica de pulpotomía alternativa que, manteniendo unos efectos terapéuticos similares, no produjera los efectos negativos del formocresol.

En los resultados de esta investigación destacamos que la distribución de los hallazgos radiográficos en los molares de los grupos de pulpotomías al formocresol y al sulfato férrico fue similar, coincidiendo con otros estudios (23,58,59,61). En el nuestro, tan sólo hubo diferencia estadísticamente significativa en la presencia de reabsorción radicular externa. Sin embargo, el hallazgo radiográfico más frecuentemente descrito en los molares pulpotomizados es la **reabsorción radicular interna** (8,26). El origen de esta reabsorción es la inflamación crónica del tejido pulpar y la presencia de tejido parcialmente necrótico que produce su progresión (37).

En nuestra investigación, el grupo de pulpotomías al sulfato férrico mostró mayor tendencia a la reabsorción radicular interna patológica (52,6%) que el grupo de pulpotomías al formocresol (34,1%), si bien, esta diferencia no fue estadísticamente significativa. Estos hallazgos son ligeramente mayores que los encontrados por **Vargas**

y **Packham** (26), quienes observaron reabsorción interna en el 40% de los molares pulpotomizados con sulfato férrico y en el 24% de los tratados con formocresol.

Para afirmar que el tratamiento de pulpotomía ha sido el adecuado, se consideran por separado los signos clínicos y los radiográficos. Así, la presencia de vitalidad a largo plazo en la mayor parte de la pulpa radicular y la ausencia de sintomatología dolorosa (dolor, tumefacción, fístula,...) son favorables. Sin embargo, la presencia de signos radiográficos de reabsorción o imágenes radiolúcidas periapicales indican que una pulpotomía clínicamente considerada un éxito presenta una inflamación crónica de la pulpa radicular (7,8).

No obstante, algunos investigadores no consideran la presencia de reabsorción radicular interna como un signo de fracaso (37,57,62,67), sino más bien un efecto secundario que, en algunos casos, no compromete la funcionalidad del diente (62). Estos hallazgos radiográficos no suelen tener relevancia clínica, de hecho el diagnóstico generalmente se realiza en las revisiones periódicas de forma casual. Así, el molar temporal podría dejarse en observación periódica clínica y radiológica en espera de su exfoliación fisiológica. Sin embargo, en la investigación de **Kurji y cols.** (37) el 41% de los casos con reabsorción interna produjo afectación ósea y/o signos y síntomas clínicos, por lo que fueron extraídos.

Nuestros resultados sólo mostraron diferencias estadísticamente significativas al 95% en la presencia de **reabsorción radicular externa** de los molares temporales pulpotomizados con los dos fármacos. La presencia de reabsorción externa patológica en el grupo del sulfato férrico fue mucho mayor de lo esperado, mientras que en el grupo del formocresol destacó la presencia de reabsorción radicular externa fisiológica aumentada.

El sulfato férrico, a diferencia del formocresol, no produce momificación cuando se aplica en la entrada de los conductos, la necrosis parcial que se origina en el área más coronal de la pulpa del conducto radicular al aplicar el formocresol (16) no se genera con el sulfato férrico. Los investigadores consideraron que al ser un agente hemostático

(4,23,57), éste controlaría el sangrado de los muñones pulpares sin formar coágulo sanguíneo. De esta forma, el material de relleno cameral entra en contacto con un tejido pulpar vital e inflamado, requisito indispensable para la inducción de procesos de reabsorción radicular (7). Por este motivo, el sulfato férrico podría relacionarse con su presencia.

En nuestra investigación, el 11,4% de molares tratados presentó un patrón de reabsorción externa fisiológico y aumentado, mostrando que en el grupo del formocresol, afectó al 19,5% de la muestra y en el 2,6% al sulfato férrico. Nuestros hallazgos coinciden con los de **Fernández-Dominguez y cols.** (51) quienes observaron reabsorciones atípicas y aceleración del proceso de recambio tras la pulpotomía al formocresol.

La evolución de la reabsorción externa atípica y aumentada podría, de esta manera, traducirse en una aceleración del proceso de reabsorción fisiológica. Algunos investigadores (26,84) consideran que la exfoliación temprana de los dientes temporales pulpotomizados se debería al proceso inflamatorio crónico de los tejidos periodontales, generado por la filtración del formocresol desde la cámara pulpar hacia éstos.

La reabsorción radicular externa patológica en el grupo del sulfato férrico fue mucho mayor de lo esperado, observándose en el 44,7% de molares tratados mediante esta técnica y sólo en el 10% en el grupo del formocresol. En todos los molares analizados en este estudio, después de realizar la hemostasia, la cámara pulpar se rellenó con óxido de zinc-eugenol reforzado (IRM®). Sin embargo, en las pulpotomías al sulfato férrico podría no ser el cemento de elección, pues se sabe que el eugenol irrita el tejido pulpar (23), que en este caso mantiene la vitalidad y no ha sido momificado, como ocurría al aplicar formocresol. Sin embargo, el papel específico de la colocación directa de este cemento sobre el tejido pulpar no se ha estudiado en este trabajo, por lo que se requiere mayor investigación al respecto.

En nuestro estudio no se halló diferencia estadísticamente significativa en la presencia de **imagen radiolúcida interradicular** entre los dos fármacos. En el grupo de

pulpotomías al formocresol, el 34,1% mostró imagen patológica y el 44,7% en el del sulfato. Estos datos son algo mayores que los dados por **Vargas y Packham** (26), quienes encontraron afectación furcal en el 22% de los molares pulpotomizados al formocresol.

Por otra parte, nosotros hemos observado la formación de **puentes dentinarios** sólo en dos casos del grupo del sulfato férrico (2,5% del total de la muestra), lo que coincide con **Kurji y cols.** (2%) (37) y **Smith y cols.** (62), quienes además observaron que la metamorfosis cálcica tiende a aumentar con el tiempo. Sin embargo, **Fei y cols.** (23) observaron calcificaciones en el 50% de la muestra, sin diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de formocresol y sulfato férrico y **Vargas y Packham** (26), en el 20% de los molares pulpotomizados al sulfato férrico. La presencia de puente dentinario es contemplada por algunos autores como una respuesta de cicatrización pulpar y por otros, como una respuesta de la pulpa a una irritación (15).

La edad y el género del paciente no se han valorado en el presente estudio, apoyándonos en investigaciones previas (37) en las que se demostró que ni la edad ni el sexo del paciente influían en las tasas de éxito o fracaso del tratamiento pulpar.

Nuestra muestra contaba con mayor número de molares mandibulares puesto que al aplicar los criterios de selección, las imágenes radiológicas de éstos resultaban ser con mayor frecuencia más nítidas y de mejor calidad que los maxilares. Asimismo, la evaluación radiográfica de los diferentes procesos patológicos resultó ser más complicada para las raíces de los molares superiores respecto a los inferiores, al igual que en los trabajos de **Kurji y cols.** (37) y **Maroto y cols.** (16,28), atribuyendo esta dificultad a la superposición de los senos maxilares y las raíces de los molares. De hecho, algunos investigadores (16,28,55) sólo emplean molares mandibulares en la evaluación de fenómenos de estenosis pulpar y/o reabsorción radicular interna, puesto que en éstos los cambios radiográficos son mucho más evidentes que en los maxilares.

Las pulpotomías evaluadas fueron realizadas por varios operadores, lo que podría implicar sutiles cambios en la técnica. Esto podría considerarse una limitación a

la hora de evaluar los resultados obtenidos. Por todo lo anterior y para mejorar este estudio, se deberían evaluar pulpotomías realizadas por un único profesional experimentado.

Finalmente destacar que el método diseñado para la obtención de la muestra hace que no todos los molares presenten el mismo tiempo de evolución. Este hecho se ha de tener en cuenta para futuras investigaciones.

CONCLUSIONES

8. CONCLUSIONES

1. La respuesta radiográfica del sulfato férrico es semejante a la del formocresol cuando son empleados en la técnica de pulpotomía en molares temporales.
2. Los hallazgos radiográficos observados en ambos grupos han sido similares, excepto en la reabsorción radicular externa.
3. El sulfato férrico mostró mayor tendencia a producir reabsorción radicular interna patológica que el formocresol, si bien esta diferencia no fue estadísticamente significativa.
4. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas al 95% en la presencia de reabsorción radicular externa patológica entre los dos grupos, siendo mayor para los molares pulpotomizados al sulfato férrico.
5. No se encontraron diferencias significativas en la presencia de imagen radiolúcida interradicular ni perirradicular entre las dos técnicas.
6. Sólo en dos casos se observó la formación de puente dentinario, ambos pertenecientes al grupo del sulfato férrico.
7. En vista de los hallazgos radiológicos objetivados, el sulfato férrico podría considerarse como un sustituto del formocresol en el tratamiento de pulpotomías en molares temporales.

BIBLIOGRAFÍA

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Cortés Lillo O, Boj Quesada JR. Tratamientos pulpares en la dentición temporal. En Boj JR, Catalá M, García-Ballesta C, Mendoza A, Planells P, editores. Odontopediatría. La evolución del niño al adulto joven. Madrid: Ed. Ripano SA; 2011, p 337-350.
2. Nadin G, Goel BR, Yeung CA, Glenney AM. Tratamiento pulpar para caries extensas en dentición temporal (Revisión Cochrane traducida). En: La Biblioteca Cochrane Plus, 2008 Número 2. Oxford: Update Software Ltd. Tomada de: <http://www.update-software.com> el 19 de febrero de 2011.
3. Fucks AB. Vital pulp therapy with new materials for primary teeth: new directions and treatment perspectives. *Pediatr Dent*. 2008; 30: 211-9.
4. Weisshaar S. Endodoncia en las denticiones primaria y mixta. Indicaciones, materiales y procedimientos para el tratamiento pulpar. *Quintessence Int*. 2001;52:371-9.
5. Ranly DM, García-Godoy F. Current and potential pulp therapies for primary and young permanent teeth. *J Dent*. 2000;28:153-61.
6. Maroto Edo M, Saavedra Marbán G y Barbería Leache E. Tratamientos pulpares en dientes temporales y permanentes jóvenes. En: Manual de clínica Odontopediátrica. Magíster de Odontopediatría UCM. IBSN-13: 978-84-690-5255-6. Depósito Legal N° M-27462-2006. Registro de la Propiedad Intelectual 16/ 2007 /4799.
7. Magnusson BO, Koch G, Poulsen S. Odontopediatría. Enfoque sistemático. Barcelona. Salvat Editores SA, 1985.
8. Azabal Arroyo M. Patología pulpar y periapical. En: Patología y terapéutica dental. Editor: García-Barbero J. Madrid. Editorial Síntesis. 1997.
9. Rodd HD, Waterhouse PJ, Fucks AB, Fayle SA, Moffatuk MA. Pulp therapy for primary molars. National Clinical Guidelines in Paediatric Dentistry. *Int J Paediatr Dent*. 2006; 16 (Suppl. 1): 15–23.
10. Ricketts DNJ, Kidd EAM, Innes N, Clarkson J. Complete or ultraconservative removal of decayed tissue in unfilled teeth. *Cochrane Database Syst Rev* 2006; CS003808.

11. Farooq NS, Coll JA, Kuwabara A, Shelton P. Success rates of formocresol pulpotomy and indirect pulp treatment of deep dentinal caries in primary teeth. *Pediatr Dent*. 2000; 22: 278-86.
12. Casas MJ, Layug MA, Kenny DJ, Johnston DH, Judd DH. Two year outcomes of primary molar ferric sulfate pulpotomy and root canal therapy. *Pediatr Dent*. 2003; 25(2):97-102.
13. Matencio-Garcés A, Sáez-Martínez S, Guinot-Jimeno F, Cuadros-Fernández C, Bellet-Dalmau LJ. Alternativas al formocresol a lo largo de la historia. Revisión de la literatura. *Dentum* 2010; 10(3):102-112.
14. Simancas-Pallares MA, Díaz-Caballero AJ, Luna-Ricardo LM. Mineral trioxide aggregate in primary teeth pulpotomy. A systematic literature review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2010; 15 (6):e942-6.
15. Moretti ABS, Sakai VT, Oliveira TM, Fornetti APC, Santos CF, Machado MAAM, Abdo RCC. The effectiveness of mineral trioxide aggregate, calcium hydroxide and formocresol for pulpotomies in primary teeth. *Int Endod J*. 2008; 41: 547–55.
16. Maroto-Edo M. Estudio clínico del agregado trióxido mineral en pulpotomías de molares temporales. Tesis Doctoral. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, servicio de publicaciones, 2003.
17. Cardoso C. Estudio clínico del agregado trióxido mineral en pulpotomías de molares temporales: comparación de resultados con MTA gris y MTA blanco. Tesis Doctoral. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, servicio de publicaciones, 2010.
18. Aguado JM, De la Cruz-Cerdá I, Maroto M, Barbería E. Posibilidades terapéuticas del agregado trióxido mineral (MTA) en Odontopediatría. *JADA*. 2009; 4(4): 185-193.
19. Hingston EJ, Parmar S, Hunter ML. Vital pulpotomy in the primary dentition: attitudes and practices of community dental staff in Wales. *Int J Paediatr Dent*. 2007;17(3):186-91.
20. Aeinehchi M, Dadvand S, Fayazi S, Bayat-Movahed S. Randomized controlled trial of mineral trioxide aggregate and formocresol for pulpotomy in primary molar teeth. *Int Endod J*. 2007; 40: 261–267.

21. Peng L, Ye L, Guo X, Tan H, Zhou X, Wang C, Li R. Evaluation of formocresol versus ferric sulphate primary molar pulpotomy: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J*. 2007; 40: 751–757.
22. Peng L, Ye L, Tan H, Zhou X. Evaluation of the formocresol versus mineral trioxide aggregate primary molar pulpotomy: a meta-analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2006; 102(6): e40-e44.
23. Fei AL, Udin RD, Johnson R. A clinical study of ferric sulphate as a pulpotomy agent in primary teeth. *Pediatr Dent*. 1991; 13(6): 327-32.
24. Ansari G, Ranjpour M. Mineral trioxide aggregate and formocresol pulpotomy of primary teeth: a 2-year follow-up. *Int Endod J*. 2010; 43: 413–418.
25. Srinivasan V, Patchett CL, Waterhouse PJ. Is there life after Buckley's formocresol? Part I – A narrative review of alternative interventions and materials. *Int J Paed Dent*. 2006; 16: 117-27.
26. Vargas KG, Packham B. Radiographic success of ferric sulfate and formocresol pulpotomies in relation to early exfoliation. *Pediatr Dent*. 2005; 27: 233–7.
27. Calatayud J, Casado I, Álvarez C. Análisis de los estudios clínicos sobre la eficacia de las técnicas alternativas al formocresol en las pulpotomías de dientes temporales. *Av. Odontoestomatol*. 2006; 22 (4): 229-239.
28. Nunn JH, Smeaton I, Gilroy J. The development of formocresol as a medicament for primary molar pulpotomy procedures. *J Dent Child*. 1996; 63(1): 51-3.
29. Doyle WA, McDonald RE, Mitchel DF. Formocresol versus calcium hydroxide in pulpotomy. *ASDJ J Dent Child*. 1962; 29: 86-97.
30. Spedding RH, Mitchel DF, McDonald RE. Formocresol and calcium hydroxide therapy. *J Dent Res*. 1965; 44: 1023-34.
31. Berger JE. Pulp tissue reaction to formocresol and zinc oxide-eugenol. *J Dent Child*. 1965; 32: 13-28.
32. Redig DF. A comparison and evaluation of two formocresol pulpotomy technics using "Buckley's" formocresol. *J Dent Child*. 1968; 35(1): 22-30.
33. Straffon LH, Han SS. Effects of varying concentrations of formocresol on RNA synthesis of connective tissues in sponge implants. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1970; 29(6): 915-25.

34. Morawa AP, Straffon LH, Han SS, Corpron RE. Clinical evaluation of pulpotomies using diluted formocresol. *ASDC J Dent Child*.1975; 42(5): 360-3.
35. García-Godoy F, Ranly DM. Clinical evaluation of pulpotomies with ZOE as the vehicle for glutaraldehyde. *Pediatr Dent*. 1987; 9(2): 144-6.
36. Primosch RE, Glomb TA, Jerrell RG. Primary tooth pulp therapy as taught in predoctoral pediatric dental programs in the United States. *Pediatr Dent*.1997;19(2): 118-22.
37. Kurji ZA, Sigal MJ, Andrews P, Titley K. A Retrospective Study of a Modified 1-minute formocresol pulpotomy technique. Part 1: Clinical and radiographic findings. *Pediatr Dent*. 2011; 33: 131-8.
38. King SR, McWhorter AG, Seale NS. Concentration of formocresol used by pediatric dentist in primary tooth pulpotomy. *Pediatr Dent*. 2002; 24: 157-9.
39. Biondi AM, Cortese SG, Ortolani A, Benchuya C, Tudesco M. Pulpotomías en molares primarios. Evaluación clínico radiográfica de formocresol o trióxido mineral agregado. *Revista de la Facultad de Odontología (UBA)*. 2008; 54: 13-7.
40. Hill S, Berry CW, Seale NS, Kaga M. Comparison of antimicrobial and cytotoxic effects of glutaraldehyde and formocresol. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1991; 71: 89-95.
41. Lewis B. Formaldehyde in dentistry: a review for the millennium. *J Clin Ped Dent*. 1998; 22(2): 167-77.
42. International Agency for Research on Cancer, World Health Organization. IARC classifies formaldehyde as carcinogenic to humans. Press release nº 153, June 15, 2004. http://www.iarc.fr/ENG/Press_Releases/archives/pr153a.html (Visto el 12 de Marzo de 2011).
43. Patchett CL, Srinivasan V, Waterhouse PJ. Is there life after Buckley's formocresol? Part II – Development of a protocol for the management of extensive caries in the primary molar. *Int J Paed Dent*. 2006; 16: 199–206.
44. Ranly DM, Horn D, Zislis T. The Effect of Alternatives to formocresol on Antigenicity of Proteins. *J Dent Res*. 1985; 64(10): 1225-28.
45. Camp JH, Barrett EJ, Pulver F. Endodoncia pediátrica: tratamiento endodóncico en la dentición temporal y permanente joven. En: Cohen S, Burns RC, editores. *Vías de la pulpa*. 9ªed. Madrid: Mosby Elsevier; 2008.

46. Méndez Blanco VM, Alvarez Congost C, Alvarez Brasa C. Pulpotomías en la dentición decidua: buscando alternativas. *Odontología Pediátrica*. 1995; 4(3): 145-9.
47. Ketley CE, Goodman JR. formocresol toxicity: is there a suitable alternative for pulpotomy of primary molars? *Int J Paed Dent*. 1991; 2: 67-72.
48. Alacam A. Pulpal tissue changes following pulpotomies with formocresol, glutaraldehyde-calcium hydroxide, glutaraldehyde-zinc oxide eugenol pastes in primary teeth. *J Pedod*. 1989; 13: 123-32.
49. Segura JJ, Jiménez Rubio A, Guerrero JM, Calvo JR, Feito JJ. Effect in vitro of Tiffel (formocresol-eugenol) on macrophage adhesion. *Int Endod J*. 1998; 31: 112-6.
50. Rusmah M. Pulpal tissue reaction to buffered glutaraldehyde. *J Clin Ped Dent*. 1992; 16(2): 101-6.
51. Fernández Domínguez H, Mendoza Mendoza A, Solano Reina E. Pulpotomía: estudio comparativo entre glutaraldehído al 4% y formocresol al 20% en dientes temporales vitales. *Odontología Pediátrica*. 2000; 8(1): 19-25.
52. Ranly DM. Assessment of the systemic distribution and toxicity of formaldehyde following pulpotomy treatment. Part one. *ASDC J Dent Child*. 1985; 52(6): 431-4.
53. Swenberg JA, Kerns WD, Mitchell RI, Gralla EJ, Pavkov KL. Induction of squamous cell carcinomas on the rat nasal cavity by inhalation exposure to formaldehyde vapor. *Cancer Res*. 1980; 40(9): 3398-402.
54. Lewis B, Chestner S. Formaldehyde in dentistry: a review of mutagenic and carcinogenic potential. *J Am Dent Assoc*. 1981; 103(3): 429-34.
55. Milness AR. Persuasive evidence that formocresol use in pediatric dentistry is safe. *J Can Dent Assoc*. 2006; 72(3): 247-8.
56. Zarzar PA, Rosenblatt A, Takahashi CS, Takeuchi PL, Costa Júnior LA. Formocresol mutagenicity following primary tooth pulp therapy: an in vivo study. *J Dent*. 2003; 31: 479-485.
57. Fuks AB, Holan G, Davis JM, Eidelman E. Ferric sulfate versus dilute formocresol in pulpotomized primary molars: long-term follow up. *Pediatr Dent*. 1997; 19(5): 327-30.

58. Fucks AB, Eidelman E, Cleaton-Jones P, Michaeli Y. Pulp response to ferric sulfate, diluted formocresol and IRM in pulpotomized primary baboon teeth. *J Dent Child*. 1997; 64: 254-9.
59. Ibricevic H, Al-Jame Q. Ferric sulfate as pulpotomy agent in primary teeth: twenty month clinical follow-up. *J Clin Pediatr Dent*. 2000; 24(4): 269-272.
60. Huth KC, Paschos E, Hajek-Al-Khatat N, Hollweck R, Crispin A, Hickell R, Folwaczny M. Effectiveness of 4 Pulpotomy Techniques— Randomized Controlled Trial. *J Dent Res*. 2005;84(12):1144-1148.
61. Burnett S, Walker J. Comparison of ferric sulfate, formocresol, and a combination of ferric sulfate/formocresol in primary tooth vital pulpotomies: A retrospective radiographic survey. *J Dent Child*. 2002; 69: 44-48.
62. Smith NL, Seale NS, Nunn ME. Ferric sulphate pulpotomy in primary molars: a retrospective study. *Pediatr Dent*. 2000; 22(3): 192-199.
63. Sonmez D, Sari S, Cetinbas T. A comparison of four pulpotomy techniques in primary molars: a long term follow up. *J Endod* 2008; 34(8): 950-5.
64. Bellet LJ, Guinot F, Arregui M. Aplicaciones clínicas del MTA en Odontopediatría. *Dentum*. 2006; 6(3): 96-102.
65. Salako N, Joseph B, Ritwik P, Salonen J, John P, Junaid TA. Comparison of bioactive glass, mineral trioxide aggregate, ferric sulfate and formocresol as pulpotomy agents in rat molar. *Dent Traumatol*. 2003; 19: 314-320.
66. Maroto-Edo M, Barbería-Leache E, Planells del Pozo P. Estudio clínico del agregado trióxido mineral en pulpotomías de molares temporales: estudio piloto a 15 meses. *RCOE*. 2004; 9(1): 23-30.
67. Maroto M, Barbería E, Vera V, García-Godoy F. Dentin bridge formation after white mineral trioxide aggregate (white MTA) pulpotomies in primary molars. *Am J Dent*. 2006; 19: 75-9.
68. Noorollahian H. Comparison of mineral trioxide aggregate and formocresol as pulp medicaments for pulpotomies in primary molars. *Br Dent J*. 2008; 204: E20. DOI: 10.1038/sj.bdj.2008.319
69. Cardoso-Silva C, Barbería E, Maroto M, García-Godoy F. Clinical study of Mineral Trioxide Aggregate in primary molars. Comparison between Grey and White MTA—A long term follow-up (84 months). *J Dent*. 2011; 39:187-193.

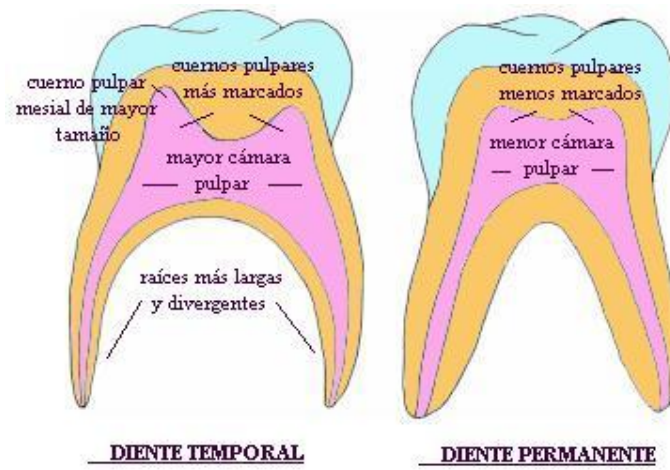
70. Conti TR, Sakai VT, Fornetti APC, Moretti ABS, Oliveira TM, Lourenço-Neto N, Machado MAAM, Abdo RCC. Pulpotomies with portland cement in human primary molars. *J Appl Oral Sci.* 2009; 17(1): 66-9.
71. Prabhakar AR, Bedi S. Effect of glutaraldehyde and ferric sulfate on shear bond strength of adhesives to primary dentin. *J Indian Pedod Prev Dent.* 2008 Supplement: S109-113. Tomado de: <http://jisppd.com> el 28 de mayo de 2011.
72. Loh A, O'Hoy P, Tran X, Charles R, Hughes A, Kubo K, Messer LB. Evidence-based assessment: evaluation of the formocresol versus ferric sulfate primary molar pulpotomy. *Pediatr Dent.* 2004; 26(5): 401-409.
73. Zurn D, Seale NS. Light-cured Calcium Hydroxide vs formocresol in human primary molar pulpotomies: A randomized controlled trial. 2008; 30(1): 34-41.
74. Toomarian L, Fekrazad R, Sharifi D, Baghaei M, Rahimi H, Eslami B. Histopathological evaluation of pulpotomy with Er,Cr:YSGG laser vs formocresol. *Lasers Med Sci.* 2008; 23: 443–450.
75. Bahrololoomi Z, Moeintaghavi A, Emtiazi M, Hosseini G. Clinical and radiographic comparison of primary molars after formocresol and electrosurgical pulpotomy: A randomized clinical trial. *Indian J Dent Res.* 2008; 19(3): 219-23.
76. Casas MJ, Kenny DJ, Johnston DH, Judd DH, Layug MA. Outcomes of vital primary incisor ferric sulfate pulpotomy and root canal therapy. *J Can Dent Assoc.* 2004; 70(1): 34–8.
77. Vargas KG, Packham B, Lowman D. Preliminary evaluation of sodium hypochlorite for pulpotomies in primary molars. *Pediatr Dent.* 2006; 28 :511-517.
78. Vostatek SF, Kanellis MJ, K Weber-Gasparoni, Gregorsok RL. Sodium hypochlorite pulpotomies in primary teeth: a retrospective assessment. *Pediatr Dent.* 2011; 33: 327-32.
79. Saltzman B, Sigal M, Clockie C, Rukavina J, Titley K, Kulkarni GV. Assessment of a novel alternative to conventional formocresol-zinc oxide eugenol pulpotomy for the treatment of pulpally involved human primary teeth: diode laser-mineral trioxide aggregate pulpotomy. *Int J Paed Dent.* 2005; 15: 437–447.
80. Nakashima M. The induction of reparative dentine in the amputated dental pulp of the dog by bone morphogenetic protein. *Arch Oral Biol.* 1990; 35: 493-7.

81. Shayegan A, Petein M, Abbeele AV. Beta-tricalcium phosphate, white mineral trioxide aggregate, white Portland cement, ferric sulfate, and formocresol used as pulpotomy agents in primary pig teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008; 105: 536-42.
82. American Academy of Pediatric Dentistry. Guideline on pulp therapy for primary and immature permanent teeth. Reference Manual 2009-10. *Pediatr Dent.* 2009; 31: 179-84.
83. Erdem AP, Guven Y, Balli B, Ilhan B, Sepet E, Ulukapi I, Aktoren O. Success rates of mineral trioxide aggregate, ferric sulfate, and formocresol pulpotomies: a 24-month study. *Pediatr Dent.* 2011; 33: 165-70.
84. Kurji ZA, Sigal MJ, Andrews P, Titley K. A Retrospective Study of a Modified 1-minute formocresol pulpotomy technique. Part 2: Effect on exfoliation times and successors. *Pediatr Dent.* 2011; 33: 139-43.
85. Carrasco JL, Hernán MA. Estadística multivariante en ciencias de la vida. Fundamentos, métodos y aplicación. 1ª Ed. Madrid: Ed. Ciencia; 1993.
86. Calatayud J, Martín G. Bioestadística en la investigación odontológica. Madrid. Ed. Pues; 2002.

ANEXO

10. ANEXO

ANEXO 1: Esquema de la morfología interna de un molar temporal y un molar permanente (6).



ANEXO 2. Procedimiento clínico de la pulpotomía (6).

1. Preparación del material necesario.
2. Administración de anestesia local y aislamiento completo con dique de goma.
3. Tallado y adaptación de la corona preformada (fig.1).
4. Apertura de la cavidad mediante instrumento rotatorio de alta velocidad y eliminación total de la caries mediante instrumento rotatorio a baja velocidad (fig.2).
5. Eliminación de la caries del techo de la cámara mediante fresa redonda grande a baja velocidad.
6. Eliminación del techo cameral con instrumento rotatorio a alta velocidad, eliminándolo de forma completa, desde un cuerno pulpar a otro (fig.3).
7. Amputación de la pulpa cameral mediante instrumento rotatorio de baja velocidad con fresa redonda grande (fig.4).
8. Lavado de la cámara con agua y secado con bolita de algodón.
9. Compresión de los muñones pulpares mediante bolita de algodón para conseguir hemostasia (fig.5).
10. Comprobación visual de la hemostasia de los muñones pulpares y de la integridad del suelo cameral (fig.6).
11. Aplicación sobre los muñones pulpares de un algodón humedecido en el medicamento (formocresol o sulfato férrico) durante tres a cinco minutos (fig.7).
12. Eliminación del algodón y lavado suave con agua y bolita de algodón.
13. Colocación de una mezcla de óxido de zinc-eugenol reforzado con polímero (polimetilmetacrilato) en la cámara pulpar (fig.8).
14. Retirada del sistema de aislamiento completo.
15. Adaptación y cementado de la corona metálica preformada, previamente adaptada, con cemento de vidrio ionómero autopolimerizable (fig.9).
16. Limpieza de los restos de cemento una vez fraguado mediante cucharilla, seda interproximal y cepillo de profilaxis.
17. Comprobación de la oclusión.



Fig. 1. Tallado del molar temporal.



Fig. 2. Eliminación de la caries.

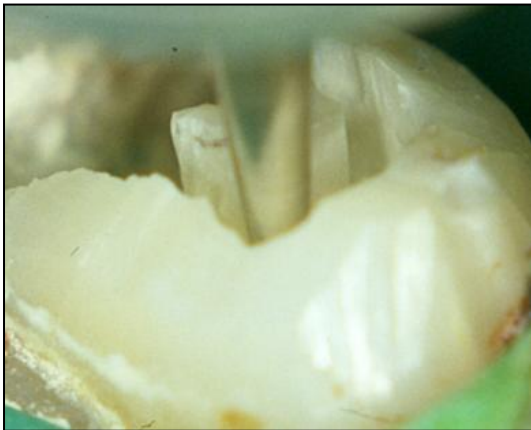


Fig. 3. Eliminación del techo cameral.



Fig. 4. Extirpación de la pulpa cameral.



Fig. 5. Secado y compresión con algodón.

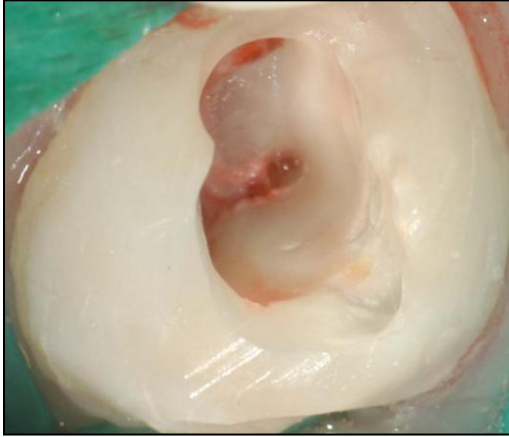


Fig. 6. Suelo de la cámara pulpar



Fig. 7. Aplicación del fármaco sobre los muñones pulpaes.

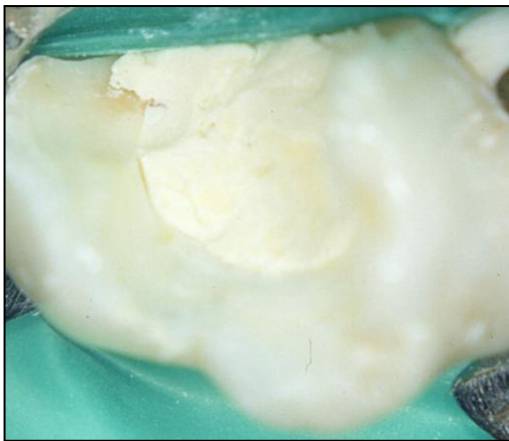


Fig. 8. Cámara pulpar rellena con óxido de zinc-eugenol.

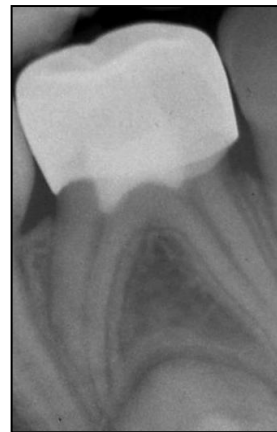


Fig. 9. Imagen radiológica final.

ANEXO 3: Búsqueda del formocresol en la página oficial de la Agencia Española del Medicamento (Tomado de <http://agamed.es>).

AEMPS - Windows Internet Explorer

https://sinaem4.agamed.es/consaem/fichasTecnicas.do?metodo=buscar

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda

Favoritos Sitios sugeridos Galería de Web Slice Hotmail gratuito

AEMPS

APLICACION MEDICAMENTOS DISPONIBLE INFORMACION DE MANEJO

Criterios de búsqueda (puede rellenar uno o más criterios)

Principio Activo 1: Principio Activo 2 (opcional):

Nombre del Medicamento: Código Nacional: Número de Registro:

Titular de la autorización de comercialización: Grupo Terapéutico:

Filtrar por aquellos medicamentos NO sustituibles por el farmacéutico:

Secciones a mostrar: (para utilizar estas opciones, elegir HTML como formato de salida) ☒ Deseo ver la Ficha Técnica completa

Buscar Limpiar Campos

Resultado de la Búsqueda

Datos administrativos de identificación del medicamento. Para acceder al detalle de las distintas presentaciones, pulse sobre el nombre del medicamento.

Se encontro una fila.

Número de Registro	Nombre del Medicamento	Principio Activo	Titular de la autorización de comercialización	Fecha de Primera Autorización del Medicamento	Condiciones de Prescripción y Uso	Símbolos de advertencia	Comentarios	Información del Medicamento
7428	TIFELL SOLUCION GOTAS ODONTOLOGICAS	FORMALDEHIDO, EUGENOL, CINEOL, CRESOL	BUCCA	01/01/1946	SIN RECETA. PUBLICIDAD DIRIGIDA AL PUBLICO	-	No comercializado	

Exportar resultados a: [CSV](#) [Excel](#) [XML](#) [PDF](#)

Presentación y Advertencia Legal

ANEXO 4: “Tabla de evaluación de pulpotomías”

Imagen	Molar	Reabs. Rad. Int			Reabs. Rad. Ext.			Radiolucidez Inter/Perirrad			Puente dentinario	
		SI		NO	SI		NO	SI		NO	SI	NO
		Fisiol.	Patol.		Fisiol.	Patol.		Fisiol.	Patol.			
1	75											
2	85											
3	85											
4	75											
5	64											
6	84											
7	64											
8	84											
9	84											
10	85											
11	75											
12	84											
13	85											
14	84											
15	75											
16	74											
17	55											
18	75											
19	75											
20	75											
21	64											
22	75											
23	85											
24	74											
25	65											
26	84											
27	74											
28	74											
29	65											
30	74											
31	74											
32	55											
33	54											
34	54											
35	74											
36	65											
37	85											
38	85											
39	54											
40	55											
41	74											
42	85											
43	75											
44	54											
45	75											
46	74											
47	75											
48	74											

49	55											
50	85											
51	74											
52	85											
53	75											
54	54											
55	54											
56	74											
57	85											
58	85											
59	75											
60	85											
61	74											
62	74											
63	64											
64	74											
65	74											
66	84											
67	85											
68	84											
69	74											
70	85											
71	54											
72	85											
73	84											
74	75											
75	84											
76	84											
77	75											
78	55											
79	84											